

La pêche de surface des thonidés tropicaux dans l'océan Indien

FAO
DOCUMENT
TECHNIQUE
SUR
LES PÊCHES

282



ORGANISATION
DES
NATIONS UNIES
POUR
L'ALIMENTATION
ET
L'AGRICULTURE



Digitized by the Internet Archive
in 2025

La pêche de surface des thonidés tropicaux dans l'océan Indien

FAO
DOCUMENT
TECHNIQUE
SUR
LES PÊCHES

282

par

B. Stéquert

ORSTOM

Fisheries Research Centre

Albion, Maurice

et

F. Marsac

ORSTOM

B.P. 570

Victoria, Mahé, Seychelles



ORGANISATION
DES
NATIONS UNIES
POUR
L'ALIMENTATION
ET
L'AGRICULTURE
Rome, 1986

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

M-43

ISBN 92-5-202490-5

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, mise en mémoire dans un système de recherche bibliographique ni transmise sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit: électronique, mécanique, par photocopie ou autre, sans autorisation préalable. Adresser une demande motivée au Directeur de la Division des publications, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie), en indiquant les passages ou illustrations en cause.

© FAO 1986

PREPARATION DU DOCUMENT

Le Département des pêches de la FAO a entrepris un effort de synthèse sur les ressources et pêcheries thonières dans le monde. Ce document préparé pour la FAO par MM. B. Stéquert et F. Marsac de l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM), au cours de l'année 1985, a pour but de faire le point des connaissances actuelles sur la pêche de surface des thonidés tropicaux dans l'océan Indien et sur les zones potentielles de pêche. Il concerne donc une pêcherie très importante développée rapidement au cours de ces quelques dernières années et sur laquelle peu d'informations sont déjà disponibles. Il est destiné aux jeunes chercheurs des pays riverains mais aussi aux responsables des pêches de ces pays afin qu'ils aient une vue globale des pêcheries existantes et des possibilités de développement.

Distribution :

Département des pêches de la FAO
Fonctionnaires régionaux des pêches
de la FAO
Projets régionaux
Auteurs

La référence bibliographique de ce document doit être donnée ainsi:

Stéquert, B. et F. Marsac, La pêche
1986 de surface des thonidés
tropicaux dans l'océan
Indien. FAO Doc.Tech.
Pêches, (282):213 p.

RESUME

Les ressources en thon de l'océan Indien, bien qu'encore mal connues, font l'objet d'une pêche de plus en plus active. Les prises se sont accrues de plus de 60% entre les années 1980 et 1985, passant de 275 000 tonnes à près de 450 000 tonnes. Les captures de thonidés tropicaux de surface, principalement listao et albacore, ont presque doublé au cours de cette même période, passant de 156 000 tonnes à près de 300 000 tonnes et le potentiel de pêche de ces espèces est encore largement inconnu.

Ce document donne un résumé des connaissances actuelles sur la biologie des principales espèces de thonidés de l'océan Indien, l'environnement océanographique des thons et l'influence des conditions de milieu sur la production. Les principales pêcheries artisanales sont décrites pays par pays. Les résultats des nombreuses prospections réalisées par des canneurs pêchant à l'appât vivant et des senneurs ou effectuées par avion sont analysées. Ces observations et les résultats les plus récents des pêcheries industrielles à la senne permettent de dresser de façon succincte un récapitulatif des secteurs favorables à la concentration des thons en surface et, par conséquent, des zones potentielles de pêche à la senne et à la canne.

S O M M A I R E

	<u>Page</u>
INTRODUCTION	1
1. APERCU SUR LA BIOLOGIE DES PRINCIPALES ESPECES DE THONIDES DE L'OCEAN INDIEN	2
1.1 DENOMINATION DES PRINCIPALES ESPECES	2
1.1.1 Thons majeurs	2
1.1.2 Thons mineurs	2
1.2 BIOLOGIE DES THONS	2
1.2.1 Le listao (<u>Katsuwonus pelamis</u>)	2
1.2.1.1 Distribution	3
1.2.1.2 Reproduction	3
1.2.1.3 Nutrition et croissance	6
1.2.1.4 Etude de la population	6
1.2.2 L'albacore (<u>Thunnus albacares</u>)	6
1.2.2.1 Distribution	6
1.2.2.2 Reproduction	7
1.2.2.3 Nutrition et croissance	7
1.2.2.4 Etude de la population	11
1.2.3 Le patudo (<u>Thunnus obesus</u>)	11
1.2.3.1 Distribution	12
1.2.3.2 Reproduction	12
1.2.3.3 Nutrition et croissance	12
1.2.3.4 Etude de la population	15
1.2.4 Le germon (<u>Thunnus alalunga</u>)	15
1.2.4.1 Distribution	17
1.2.4.2 Reproduction et croissance	17
1.2.5 Le thon rouge du sud (<u>Thunnus maccoyii</u>)	17
1.2.5.1 Distribution et migration	19
1.2.5.2 Reproduction	19
1.2.6 La thonine (<u>Euthynnus affinis</u>)	19
1.2.6.1 Distribution	19
1.2.6.2 Reproduction	19
1.2.6.3 Nutrition et croissance	21
1.2.6.4 Etude de la population	21

		Page
1.2.7	L'auxide (<u>Auxis thazard</u>)	23
	1.2.7.1 Distribution	23
	1.2.7.2 Reproduction	23
	1.2.7.3 Nutrition et croissance	23
1.2.8	Le thon mignon (<u>Thunnus tonggol</u>)	25
	1.2.8.1 Distribution	25
	1.2.8.2 Reproduction	25
	1.2.8.3 Nutrition et croissance	25
1.3	GENERALITES SUR LES BANCS DE THONS	25
1.3.1	Types de bancs	26
	1.3.1.1 Bancs de surface	26
	1.3.1.2 Bancs profonds	26
1.3.2	Taille du poisson dans les bancs	27
1.3.3	Volume et distribution des différents bancs	28
2.	ENVIRONNEMENT OCEANOGRAPHIQUE DE L'OCEAN INDIEN	29
2.1	CONDITIONS METEOROLOGIQUES	29
	2.1.1 Pression atmosphérique	29
	2.1.2 Vents	33
	2.1.3 Précipitations	33
	2.1.4 Perturbations tropicales	34
2.2	CONDITIONS HYDROLOGIQUES	34
	2.2.1 Circulation océanique	34
	2.2.1.1 Les masses d'eau	34
	2.2.1.2 Courants de surface	38
	2.2.2 Température de surface	50
	2.2.2.1 Situation générale et évolution	50
	2.2.2.2 Variations saisonnières de température dans l'océan Indien occidental	50
	2.2.3 Salinité de surface	53
	2.2.4 Oxygène dissous et sels nutritifs	53
	2.2.4.1 Oxygène dissous	53
	2.2.4.2 Sels nutritifs	56

	<u>Page</u>
3. INFLUENCE DES CONDITIONS DE MILIEU SUR LA PRODUCTION	59
3.1 PRODUCTIONS PRIMAIRE ET SECONDAIRE	59
3.2 CONSEQUENCES SUR LA PRODUCTION TERTIAIRE	61
3.2.1 Généralités	61
3.2.2 Relations thon-environnement	61
3.2.2.1 Généralités sur l'écologie du thon	61
3.2.2.2 Tolérances physiologiques des thons tropicaux	62
3.2.2.3 Structures hydrologiques influençant la distribution des thonidés	63
3.3 ZONES POTENTIELLES DES CONCENTRATIONS DE THONIDES	65
 4. PECHE THONIERE ARTISANALE DANS L'OCEAN INDIEN	 70
4.1 PECHE THONIERE ARTISANALE AUX MALDIVES	70
4.1.1 Pêche à la canne à l'appât vivant	70
4.1.1.1 Embarcations	70
4.1.1.2 Méthode de pêche du thon	72
4.1.1.3 Pêche d'appât vivant	72
4.1.1.4 Evolution de la méthode de pêche	72
4.1.2 Autres méthodes de pêche	73
4.1.3 Captures, efforts et rendements	73
4.1.4 Zones de pêche	75
4.1.5 Structure de taille de captures	78
4.2 PECHE THONIERE ARTISANALE EN INDE	78
4.2.1 Engins et techniques de pêche	78
4.2.1.1 Pêche à la traîne	78
4.2.1.2 Pêche au filet maillant	79
4.2.1.3 Pêche à la senne	80
4.2.1.4 Pêche à l'appât vivant	80
4.2.1.5 Pêche à la ligne à main	80
4.2.2 Captures et rendements	81
4.2.3 Saisons de pêche et composition des captures	81

	<u>Page</u>
4.3	81
PECHE THONIERE ARTISANALE A SRI LANKA	
4.3.1	84
Méthodes de pêche	
4.3.1.1	84
Pêche à l'appât vivant	
4.3.1.2	84
Pêche à la traîne	
4.3.1.3	84
Pêche à la palangre	
4.3.1.4	85
Pêche au filet maillant	
4.3.1.5	85
Autres engins	
4.3.2	85
Captures et rendements	
4.3.2.1	85
Volume des captures	
4.3.2.2	85
Rendements	
4.3.3	85
Composition spécifique des captures	
4.3.4	87
Structure de taille	
4.3.4.1	87
Albacore	
4.3.4.2	87
Listao	
4.3.5	89
Saisons de pêche	
4.4	89
PECHE THONIERE ARTISANALE EN INDONESIE	
4.4.1	90
Le nord de Sumatra	
4.4.1.1	90
Technique de pêche	
4.4.1.2	90
Zones de pêche	
4.4.1.3	90
Captures et rendements	
4.4.2	90
L'ouest de Sumatra	
4.4.2.1	90
Technique de pêche	
4.4.2.2	91
Zones de pêche	
4.4.2.3	91
Captures et rendements	
4.4.3	92
Java	
4.4.3.1	92
Pêche au filet maillant	
4.4.3.2	93
Pêche au "Payang"	
4.4.4	93
Bali	
4.5	96
PECHE THONIERE ARTISANALE EN THAILANDE	
4.5.1	96
Méthode de pêche	
4.5.2	97
Captures et rendements	
4.5.3	97
Espèces pêchées et taille des individus capturés	
4.6	99
PECHE THONIERE ARTISANALE EN MER D'ARABIE, EN MER ROUGE ET DANS LA REGION DES GOLFS	
4.6.1	100
Egypte	
4.6.2	100
Soudan	
4.6.3	100
Arabie Saoudite (Côtes de la mer Rouge)	

		<u>Page</u>
4.6.4	Ethiopie	100
4.6.5	Yémen (R.A.Y.)	101
4.6.6	Yémen (R.P.D.Y)	101
4.6.7	Djibouti	101
4.6.8	Somalie	102
4.6.9	Oman	102
4.6.10	Union des Emirats Arabes	103
4.6.11	Qatar	103
4.6.12	Bahrain	103
4.6.13	Koweït	104
4.6.14	Iran	104
4.6.15	Pakistan	104
4.7	PECHE THONIERE ARTISANALE DANS L'OUEST DE L'OCEAN INDIEN	105
4.7.1	Comores	105
4.7.2	Madagascar	105
4.7.3	Seychelles	105
4.7.4	Maurice et Réunion	105
4.7.5	Kenya	105
4.7.6	Tanzanie	105
4.7.7	Mozambique	106
4.8	EXPERIENCES SUR D.C.P. EN OCEAN INDIEN	106
4.8.1	Thaïlande	106
4.8.2	Maldives	106
4.8.3	Seychelles	107
4.8.4	Autres expériences	107
4.8.5	Conclusion	107
	5. PROSPECTION THONIERE DE SURFACE	108
5.1	PROSPECTIONS REALISEES AU MOYEN DE CANNEURS PECHANT A L'APPAT VIVANT	108
5.1.1	Dans l'océan Indien occidental	108
5.1.1.1	Projections japonaises à Madagascar	108
5.1.1.2	Autres prospections réalisées dans le sud-ouest de l'océan Indien	112
5.1.1.3	Prospections réalisées sur la côte est-africaine	114
5.1.2	Dans l'océan Indien oriental	120
5.1.2.1	Prospection japonaise à Sri Lanka	120
5.1.2.2	Prospection menée par les Nations Unies à Sri Lanka	121
5.1.2.3	Prospection menée par les Nations Unies en Thaïlande	123
5.2	PROSPECTIONS REALISEES AU MOYEN DE LIGNES DE TRAINE	124

	<u>Page</u>
5.3 PROSPECTIONS DES SENNEURS DANS L'OCEAN INDIEN	125
5.3.1 Prospections effectuées sur la côte ouest de l'Australie	126
5.3.2 Prospections effectuées en Thaïlande	126
5.3.3 Prospections du senneur Ile de Sein	126
5.3.4 Prospections du senneur Yves de Kerguelen	129
5.3.5 Prospections japonaises dans l'océan Indien	133
5.3.5.1 Première incursion dans l'océan Indien	133
5.3.5.2 Prospections réalisées en 1979	133
5.3.5.3 Prospections réalisées en 1980	134
5.3.5.4 Prospections réalisées d'octobre 1981	134
5.3.5.5 Prospections réalisées d'octobre 1982 à mars 1983	137
5.3.5.6 Prospections réalisées d'octobre 1983 à mars 1984	140
5.3.5.7 Prospections réalisées d'août 1984 à janvier 1985	141
5.3.6 Prospections françaises dans l'est de l'océan Indien	141
5.4 PROSPECTIONS AERIENNES	145
5.4.1 Prospections aériennes à Sri Lanka	145
5.4.2 Prospections aériennes en Australie occidentale	148
5.4.3 Prospections aériennes en Thaïlande	148
5.4.4 Prospections aériennes aux Seychelles	149
5.4.4.1 Stratification de la zone couverte	149
5.4.4.2 Evaluation des ressources en thon	149
6. PECHE INDUSTRIELLES DE SURFACE	153
6.1 LA PECHE A LA CANNE	153
6.1.1 A Madagascar	153
6.1.1.1 La flottille	153
6.1.1.2 Captures et rendements	153
6.1.1.3 Zones de pêche du thon	155
6.1.1.4 L'appât vivant	155
6.1.1.5 Réponse du thon à l'appât	155
6.1.2 Aux Seychelles	158
6.1.3 En Australie	158
6.2 LA PECHE A LA SENNE	159
6.2.1 Technique de pêche	159
6.2.2 Les flottilles	161
6.2.3 Les zones de pêche	163

	<u>Page</u>
6.2.4 Les captures	163
6.2.5 Effort de pêche et rendements	167
6.2.6 Composition spécifique	178
6.2.7 Structure de taille des albacores et listaos	181
6.2.8 Objets flottants et pêche à la senne	184
6.2.8.1 Captures et rendements	184
6.2.8.2 Composition spécifique	186
6.3 LA PECHE AU FILET MAILLANT	186
6.4 LA PECHE SPORTIVE	193
CONCLUSION	194
BIBLIOGRAPHIE	199

INTRODUCTION

Depuis 1950, les prises mondiales de thonidés ont suivi une évolution croissante. La très large dispersion géographique de ces espèces ainsi que leur valeur marchande globalement élevée ont peu à peu donné un poids politique et économique considérable aux exploitations de type divers ayant pour cible ce groupe de poissons.

Tout au long de la ceinture tropicale marine, c'est dans l'océan Indien que l'activité de pêche au thon est restée la moins marquée: sur une production mondiale de 3,1 millions de tonnes de thonidés en 1984, environ 410 000 tonnes ont été capturées dans l'océan Indien (IPTP, 1986), soit près de 14% du montant global.

La pêche artisanale traditionnelle est implantée depuis longtemps à des degrés variables de développement dans la quasi totalité des pays riverains. Cependant, plus de 80% de cette activité est aujourd'hui concentrée dans le bassin oriental de l'océan Indien. Dans certains pays isolés où les prises sont élevées, elle contribue à entretenir une économie de subsistance.

Au début des années 1950, la pêche industrielle des thonidés et espèces assimilées a fait son apparition et s'est peu à peu développée. La première technique utilisée a été la palangre, pratiquée exclusivement par des pays asiatiques non riverains tels que le Japon et ultérieurement Formose (Province de Chine) et la Corée du Sud. Les prises ont rapidement crû dès le début de l'exploitation, passant de 12 000 tonnes en 1952 à 94 000 tonnes en 1956, puis ont continué à progresser globalement jusqu'en 1968 où elles ont dépassé 150 000 tonnes. Le montant des prises s'est ensuite stabilisé autour de 100 000 tonnes depuis le début des années 1970. La dernière décennie a vu une diminution régulière des prises palangrières par rapport à l'ensemble des prises de thonidés de l'océan Indien; elles sont passées de 46% en 1971 à environ 30% en 1983.

Cette évolution a été concomitante à la mise en exploitation de pêcheries industrielles de surface dès le début des années 1970. Les premiers essais de pêche, effectués par des canneurs, n'ont donné lieu qu'à une courte exploitation commerciale. Dès le début des années 1980, des senneurs ont effectué des prospections avec succès et leur nombre a rapidement atteint un niveau élevé (40 à 50 senneurs en 1984). Ces nouvelles pêches industrielles de surface sont encore limitées au bassin occidental de l'océan Indien.

De nombreux pays côtiers n'ont pris que récemment conscience de l'importance des ressources thonières de l'océan Indien; certains désirent développer leur propre activité de pêche mais ne disposent encore que de très peu d'informations sur les espèces présentes, les régions à plus fort potentiel, les saisons de pêches ou les techniques à introduire.

Après un bref aperçu de la biologie des principales espèces (chapitre 1), on cherchera à définir, à partir des données hydrologiques et météorologiques, les secteurs d'abondance probable du poisson et les saisons les plus favorables à la pêche des thons de surface, surtout listaos et albacores (chapitres 2 et 3). La situation des principales pêcheries artisanales sera examinée ensuite (chapitre 4) ainsi que les résultats des prospections (chapitre 5) et des pêches industrielles (chapitre 6).

1. APERCU SUR LA BIOLOGIE DES PRINCIPALES ESPECES DE THONIDES DE L'OCEAN INDIEN

1.1 DENOMINATION DES PRINCIPALES ESPECES

1.1.1 Thons majeurs

Il s'agit des espèces, pour la plupart de grande taille et d'habitat largement océanique, principalement exploitées par les pêcheries industrielles.

- Katsuwonus pelamis : . listao (français Atlantique),
 . bonite (français Pacifique),
 . skipjack tuna (anglais)
- Thunnus albacares : . albacore (français Atlantique),
 . albacore ou thon jaune (français Pacifique),
 . yellowfin tuna (anglais)
- Thunnus obesus : . patudo (français),
 . bigeye tuna (anglais)
- Thunnus alalunga : . germon (français),
 . albacore (anglais)
- Thunnus maccoyii : . thon rouge du sud (français),
 . southern bluefin tuna (anglais)

1.1.2 Thons mineurs

Il s'agit des thonidés, généralement de plus petite taille et d'habitat plus côtier, surtout exploités par les pêcheries artisanales.

- Euthynnus affinis : . thonine orientale ou ravig (français),
 . eastern little tuna ou Kawakawa (anglais)
- Auxis thazard : . auxide (français),
 . frigate tuna (anglais)
- Thunnus tonggol : . thon mignon (français),
 . longtail tuna (anglais).

Toutes ces espèces seront rencontrées régulièrement dans toute la suite du texte; il en existe quelques autres (thons mineurs uniquement) dont le nom n'apparaîtra qu'exceptionnellement dans le texte. Pour mémoire, il s'agit de Sarda orientalis (bonito oriental ou striped bonito), de Gymnosarda unicolor (bonite à gros yeux ou dogtooth tuna) et de Auxis rochei (bonitou ou bullet tuna).

1.2 BIOLOGIE DES THONS

1.2.1 Le listao, Katsuwonus pelamis (figure 1)

Le listao est capturé essentiellement par les engins de surface (senne et canne); les prises mondiales avoisinaient un million de tonnes en 1984 soit près de 50% des prises totales de thons majeurs. Dans l'océan Indien, malgré le développement récent de la pêche industrielle de surface, les captures n'ont atteint que 150 000 tonnes environ en 1985. Cette espèce est

largement distribuée dans tout l'océan et, sans doute, très sous-exploitée.

1.2.1.1 Distribution

Ce thon de petite taille, moins de 5 kg en général, est répandu dans toutes les eaux intertropicales. A partir des atlas japonais, rassemblant les captures des palangriers et des canneurs, il apparaît que des listaos sont pêchés partout dans l'océan Indien, jusqu'à 40°S-45°S dans la partie ouest ainsi qu'au sud de l'Australie. Cette vaste étendue correspond à un milieu très hétérogène où l'espèce peut être rencontrée (figure 2).

Les larves de listao sont trouvées dans la plus grande partie de l'océan Indien, jusque vers 36°S dans l'ouest et 30°S dans l'est (Ueyanagi, 1969); leur limite nord se situe entre 11°N et 15°N (Jones, 1959; Ueyanagi, 1969). Des zones de concentrations larvaires ont été décelées au nord ouest de Madagascar (Conand et Richards, 1982), au sud de Sri Lanka, dans les parages des îles Laccadives (Jones, 1959), ainsi que dans la partie sud de Sumatra (Yabe et Ueyanagi, 1961); dans l'est de l'océan, le maximum d'abondance surviendrait en février et le minimum en juin-juillet; au nord du canal de Mozambique, le maximum a été constaté de novembre à avril (figure 3).

Les juvéniles de listao sont rarement vus en mer et de ce fait difficilement capturables. Quelques échantillonnages ont été effectués à l'aide de filets à plancton. Cependant, la majeure partie des individus examinés provient, soit de régurgitations d'oiseaux marins, soit des contenus stomacaux de prédateurs (thons ou poissons porte-épées essentiellement). Les travaux traitant du sujet dans l'océan Indien sont rares: Mori (1972) examinant environ 200 juvéniles (de 3 à 35cm) fixe les limites de répartition à 15° N et 35° S (figure 4).

1.2.1.2 Reproduction

Hormis quelques cas d'hermaphrodisme signalés aux îles Laccadives (Raju, 1960; Thomas and Raju, 1964), le listao est hétérosexuel.

- taille à la première maturité: autour de l'île Minicoy, Raju (1964) estime que cette taille est d'environ 40 à 50 cm (longueur totale); sur la côte nord-ouest de Madagascar, elle serait de 41 à 43 cm de longueur à la fourche (Stéquert, 1976).

- maturation des gonades: afin d'éviter de fastidieuses mesures, telles que des comptages et des mensurations d'ovocytes, bon nombre d'auteurs préfèrent utiliser des indices gonadiques. Dans l'océan Indien, la maturation des gonades a été étudiée dans 3 zones différentes (figure 5) en suivant les variations des rapports gonado-somatiques (RGS) tant des mâles que des femelles. Chez le listao (comme chez la majorité des poissons) lorsque l'on dispose d'un échantillonnage significatif, les variations mensuelles du rapport gonado-somatique des mâles et des femelles sont parfaitement synchrones et mettent en évidence les périodes de ponte (figure 6).

Pour le listao provenant de la partie centrale de l'océan Indien, les périodes de reproduction se situent essentiellement de janvier à avril et de juin à début septembre avec un maximum d'activité en janvier et en juin (Jones et Silas, 1963). Dans l'est de l'océan Indien, entre l'Indonésie et l'Australie, les RGS les plus élevés sont obtenus d'octobre à avril; la période de ponte principale correspondrait donc à l'été austral. Il n'apparaît pas de pic de ponte très net sauf peut être en décembre. La période de repos sexuel semble durer de mai à septembre mais Marcille et Suzuki (1974) suggèrent que les pontes ont probablement lieu toute l'année. Sur la côte nord-ouest de Madagascar, Stéquert (1976) montre que si les



Figure 1. Le listao (d'après Collette et Nauen, 1983).

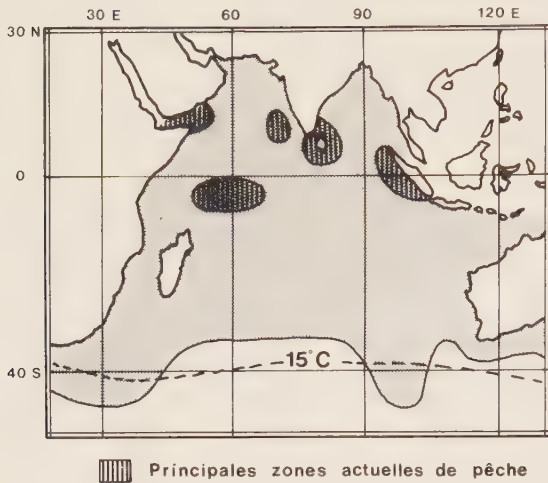


Figure 2. Distribution du listao et principales zones actuelles de pêche (d'après Matsumoto et al., 1984).

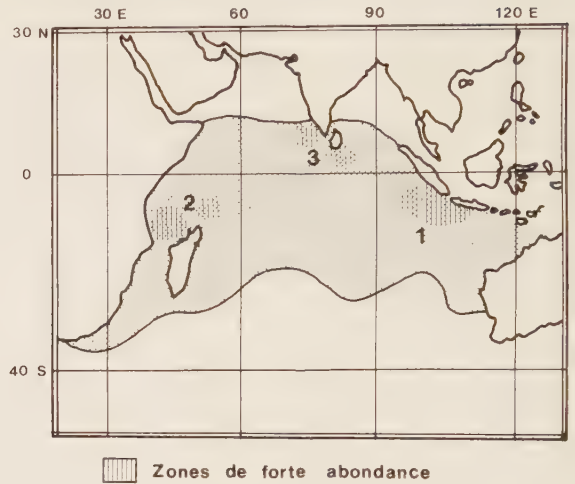


Figure 3. Distribution des larves de listao et zones de forte abondance:
1) en février, minimum en juin-juillet (d'après Yabe et Ueyanagi, 1962);
2) nord-ouest de Madagascar (d'après Conand et Richards, 1982);
3) (d'après Jones, 1959; Raju, 1964).

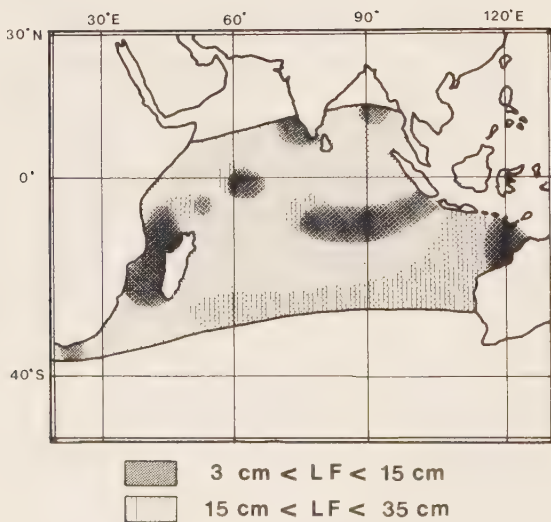


Figure 4. Distribution des juvéniles de listao (d'après Matsumoto et al., 1984).

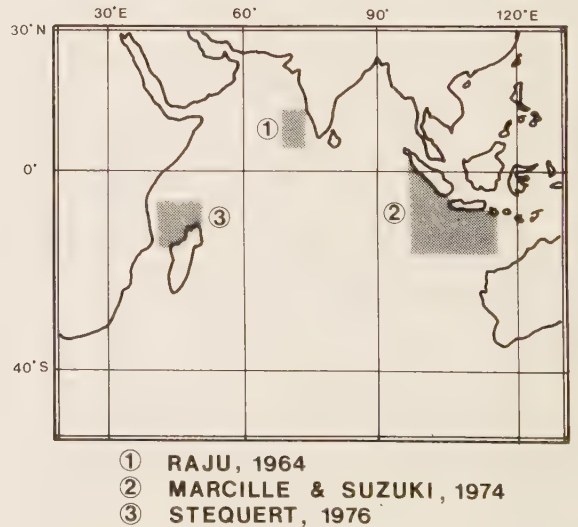


Figure 5. Zones d'étude du cycle sexuel du listao.

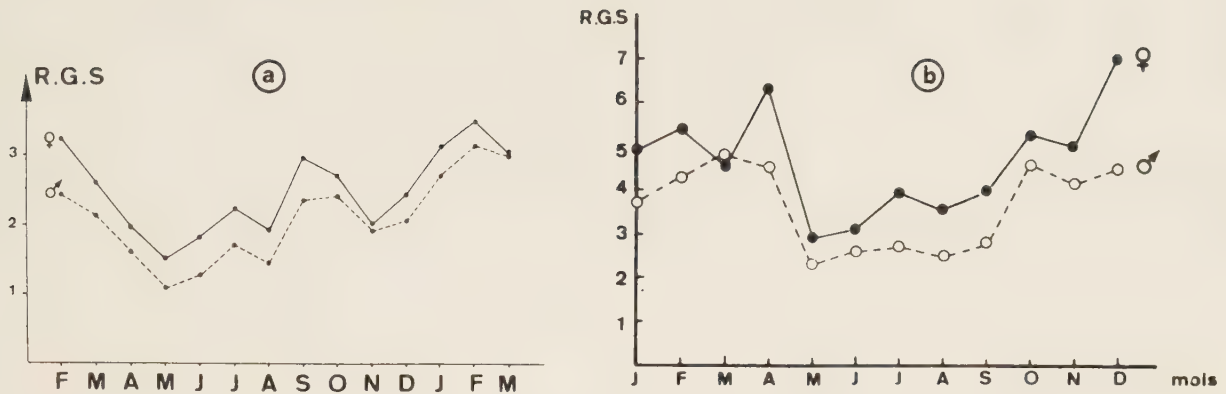


Figure 6. Variations mensuelles du RGS moyen des femelles et des mâles de listao dans l'océan Indien: a) ouest océan Indien (d'après Stéquert, 1976); b) est océan Indien (d'après Marcille et Suzuki, 1974).

Auteurs	Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Zones
RAJU, 1964														Is. Laccadives
MARCILLE et SUZUKI, 1974														Est de Oc. Ind.
STÉQUERT, 1976														Côte nord-ouest de Madagascar

Périodes de ponte
 Période de reproduction

Figure 7. Répartition spatio-temporelle des périodes de ponte du listao dans l'océan Indien.

AUTEURS	ZONES	Engins	Tailles	cm.
SIVASUBRAMANIAN 1965	Côte ouest de Sri-Lanka Côte est de Sri-Lanka Côte sud de Sri-Lanka	Trainee Trainee + Canne Filets maillants Tous engins		20 30 40 50 60 70 80 90
SIVASUBRAMANIAN 1975	Sri-Lanka	Canne (Japonais)		
JONES et SILAS - 1963	Iles Laccadives	Tous engins de pêche artisanale		
MARCILLE et SUZUKI 1974	Sud de l'Indonésie Centre est de l'Océan Indien Centre ouest de l'Océan Indien Golfe du Bengale Mer d'Arabie	Palangre (Japonais)		
MARCILLE et STÉQUERT 1976	Côte nord-ouest de Madagascar	Canne (Japonais)		
CORT - 1984	Z.E.E. Seychelles	Canne (Espagnols)		
MARSAC et POTIER 1984	Eaux Internationales de l'ouest de l'Océan Indien	Senne année 1982-83		
MARSAC et HALLIER 1985		Senne année 1984		

Figure 8. Résumé synoptique des tailles des listaos débarqués dans quelques zones de l'océan Indien; les modes principaux sont indiqués en traits gras.

pontes ont lieu tout au long de l'année, il y a cependant un maximum d'activité en été austral, de décembre à mars; quatre périodes de ponte plus marquées ont été décelées (figure 7). Ces observations, confirmées par une estimation d'abondance des larves dans cette région (Conand et Richards, 1982) tendent à prouver qu'il existe bien une ponte étalée sur pratiquement toute l'année avec un maximum de novembre à mai.

- fécondité: Raju (1964), étudiant des poissons des îles Laccadives de longueur totale comprise entre 41,8 cm et 70,3 cm, trouve une fécondité variant de 151 900 à 1 977 900 oeufs. Stéquert (1976) obtient des fécondités beaucoup plus faibles pour Madagascar: des listaos de longueur à la fourche comprise entre 44,1 et 56,5 cm n'avaient que 87 600 à 824 000 oeufs susceptibles d'être émis au cours d'une ponte.

1.2.1.3 Nutrition et croissance

Les principales proies du listao sont les crustacés, les poissons et les mollusques. Une première étude de la croissance a été tentée par Shabotiniets (1968) qui a essayé de déterminer l'âge à partir des anneaux de croissance relevés sur le premier rayon de la première nageoire dorsale. Ses résultats, 3 ans pour des individus de 40 à 45 cm et 4 ans pour des tailles de 40 à 60 cm) sont toutefois discutables et les stries relevées pourraient ne pas correspondre à des marques annuelles. Plus tard, en 1976, Marcille et Stéquert, à partir des fréquences mensuelles de tailles des listaos capturés au nord-ouest de Madagascar ont étudié la croissance du listao; il atteindrait 34 cm à 1 an, 45 cm à 1,5 ans, 52 cm à 2 ans, 56 cm à 2,5 ans, et 58,5 cm à 3 ans. Aucun âge n'est déterminé pour des tailles supérieures à 60 cm. Les résultats présentés par ces auteurs sont cohérents avec ceux obtenus dans les autres océans.

1.2.1.4 Etude de la population

A partir d'échantillons issus de captures faites par des canneurs sur la côte nord-ouest malgache (février 1974 à mars 1975), Marcille et Stéquert (1976) et Stéquert (1976) ont constaté une prédominance de femelles. Pour l'ensemble de la période, le sex-ratio moyen était de 0,83/1 (nombre de mâles/nombre de femelles).

Un résumé synoptique des tailles des listaos pêchés dans l'océan Indien est présenté à la figure 8. Ces tailles varient suivant l'engin de pêche utilisé et sont généralement plus grandes pour les individus capturés en profondeur par les palangres que lors des pêches de surface, à la traîne, à la canne ou à la senne. Des individus de grande taille sont cependant occasionnellement capturés en surface aux îles Laccadives et à Sri Lanka.

1.2.2 L'albacore, *Thunnus albacares* (figure 9)

Avec environ 610 000 tonnes pêchées en 1984, cette espèce occupe le deuxième rang dans les débarquements thoniers mondiaux. Les captures dans l'océan Indien ont atteint 100 000 tonnes en 1985. C'est une des espèces cible des palangriers (pour les gros individus) et des flottilles de surface artisanales ou industrielles.

1.2.2.1 Distribution

Cette espèce est très largement répartie dans tout l'océan Indien (figure 10). Elle n'est absente qu'au sud de l'Australie où les eaux antarctiques exercent une forte influence (Suda, 1960). Elle est peu

abondante dans le nord de la mer d'Arabie (Golfe d'Oman) et dans le fond du Golfe d'Aden. Les jeunes individus sont plutôt concentrés dans les eaux superficielles proches de l'équateur (10°N à 10°S) où ils sont capturés par les senneurs industriels et par certaines pêcheries artisanales à la canne ou à la traîne. Les adultes sont plus dispersés, occupent grossièrement les 150 premiers mètres, mais plongent parfois vers de plus grandes profondeurs; ils sont pêchés par les palangriers et les senneurs.

C'est de novembre à avril que l'on rencontre le maximum de larves. Les plus grosses concentrations sont situées au sud de Java, ainsi qu'aux Maldives, aux Chagos, aux Seychelles et à Madagascar (figure 11); il est intéressant de noter que la plus grande abondance de larves a toujours été trouvée à l'est de ces îles ou archipels. De mai à octobre, on constate également la présence de larves à l'ouest de Sumatra et autour des Chagos, mais en quantité moindre. Dans le canal de Mozambique le maximum de densité est observé de novembre à avril (figure 12).

1.2.2.2 Reproduction

Shung (1973) a étudié le cycle sexuel de l'espèce à partir de captures palangrières. Il indique que 50% des poissons observés atteignent leur première maturité sexuelle à une taille comprise entre 120 et 140 cm, mais précise que quelques rares individus étaient matures à partir de 80 cm. Comme pour le listao, l'activité sexuelle a pu être suivie par l'intermédiaire des rapports gonado-somatiques. Shung (1973) a montré que les individus aux stades ovariens les plus avancés, donc aptes à se reproduire, avaient des RGS compris entre 1,5 et 2,5. La répartition spatio-temporelle des albacores matures, considérés comme ayant un RGS > 2 , met en évidence les zones et les périodes de ponte (figure 13). De janvier à mars, l'activité sexuelle de l'espèce est intense dans la partie centrale de l'océan (de 5°S à 15°S et de 70°E à 85°E) ainsi qu'à l'ouest de Sumatra et au sud des Seychelles. Plus tard, d'avril à juin, seuls les albacores pêchés autour de Sri Lanka sont en phase de reproduction. Une reprise de l'activité sexuelle et un début de ponte apparaissent d'octobre à décembre au nord de l'Australie et au nord de Madagascar.

1.2.2.3 Nutrition et croissance

En suivant les indices de replétion des estomacs d'albacores capturés de mai à octobre, Kornilova (1980) arrive à préciser les habitudes alimentaires de l'espèce. Les indices les plus élevés proviennent d'une bande relativement étroite, allant du canal de Mozambique jusqu'à la pointe sud de l'Inde, avec des maxima autour des Chagos et des Maldives. Dans ces secteurs, les contenus stomacaux sont constitués presque exclusivement de poissons volants, de petits thons juvéniles ou de calmars. Dans le nord-ouest, au large des côtes de Somalie, les petits scombridés et les calmars prédominent dans leur alimentation. Les crustacés pélagiques sont en proportion croissante dans les estomacs au fur et à mesure que l'on se rapproche des côtes. Il semblerait, d'après Belevich (1970), que les zones à forts taux de replétion coïncident avec les zones de gradient thermique maximum.

Yabuta et al. (1960) ont déterminé l'âge des albacores à partir des écailles; les individus atteindraient: 54 cm à 1 an, 92 cm à 2 ans, 120 cm à 3 ans, 140 cm à 4 ans et 154 cm à 5 ans. Sur les côtes nord-ouest de Madagascar, Marcille et Stéquert (1976) trouvent que les jeunes albacores (45 à 70 cm de longueur à la fourche) auraient un taux de croissance de 3 cm par mois, ce qui est comparable aux résultats précédents.

D'après Marsac et Lablache (1986) analysant la composition en taille des prises des senneurs, autour des Seychelles, il semblerait que l'albacore de l'océan Indien subisse une accélération de croissance qui commence



Thunnus albacares

Figure 9. L'albacore (d'après Collette et Nauen, 1983).

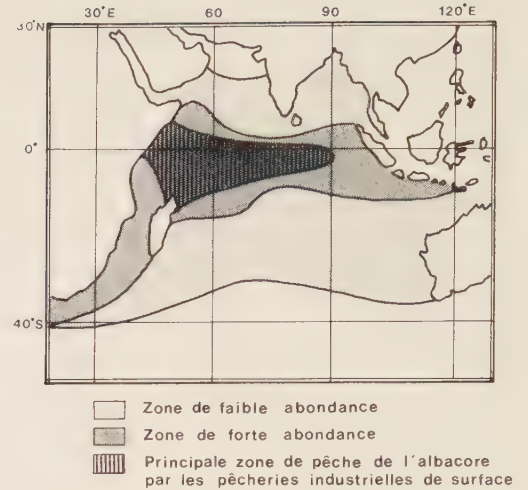


Figure 10. Distribution géographique de l'albacore (modifié d'après Morita et Koto, 1971).

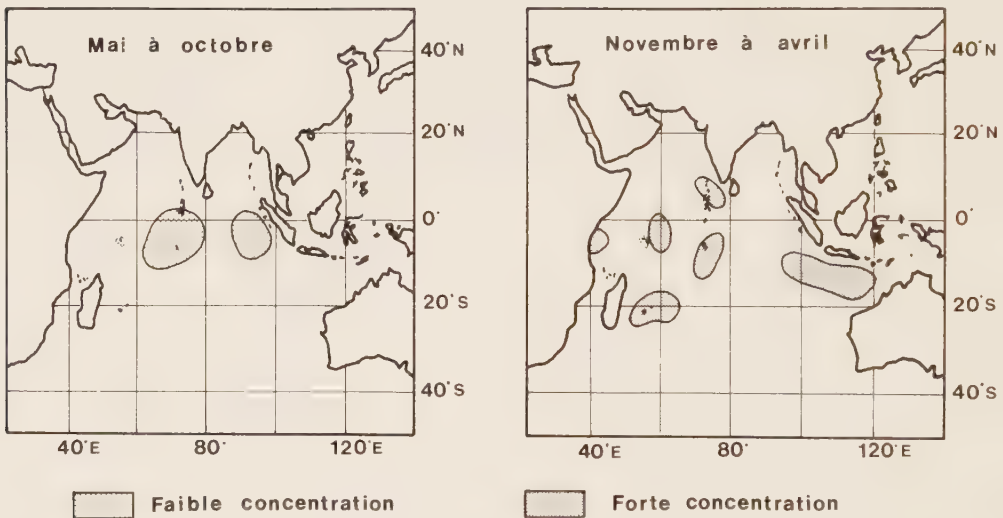


Figure 11. Distribution des larves d'albacore (d'après Ueyanagi, 1969).

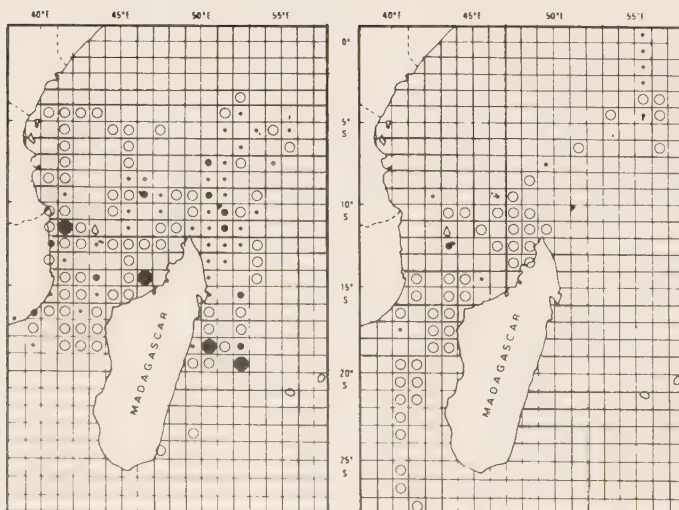


Figure 12. Carte de distribution saisonnière des larves d'albacore de novembre à avril (à gauche) et de mai à octobre (à droite). Cercles blancs: absence; petits cercles noirs: 0,1 à 1 larve; grands cercles noirs: 1,1 à 4,9 larves sous 10m² de surface d'eau (d'après Conand et Richards, 1982).

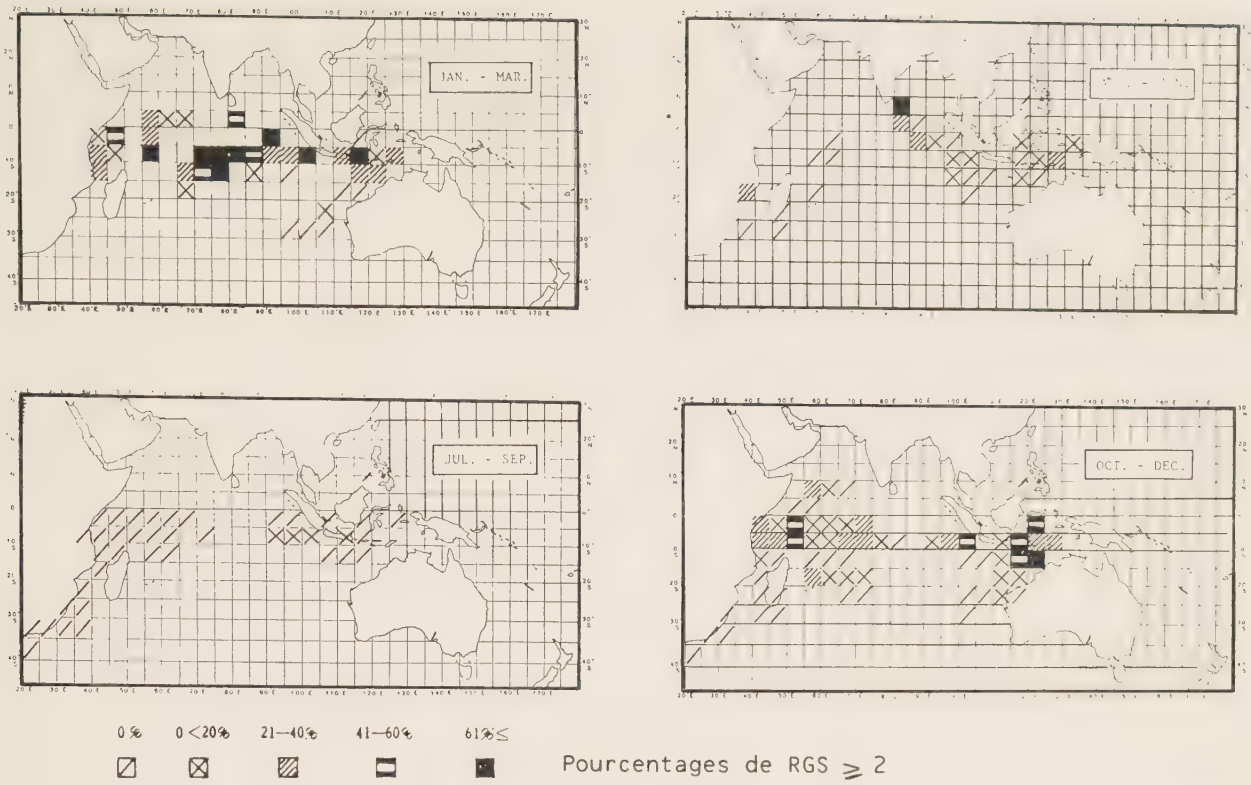


Figure 13. Distribution de l'activité sexuelle des albacores en fonction de la zone et de la saison (d'après Shung, 1973).

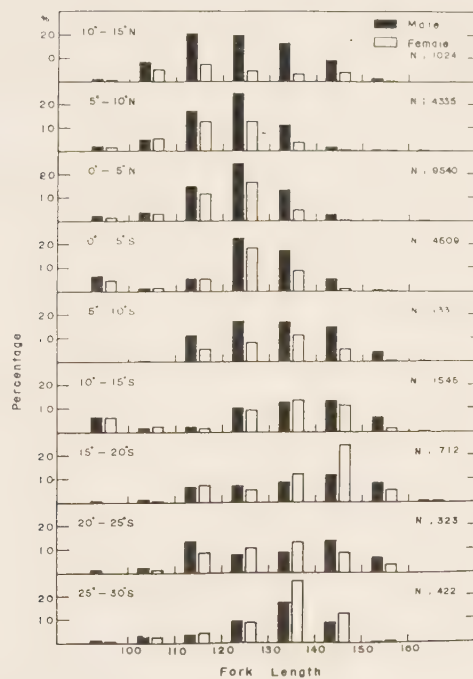


Figure 14. Sex-ratio de l'albacore en fonction des tailles des individus et de la latitude (d'après Mimura et al., 1963).

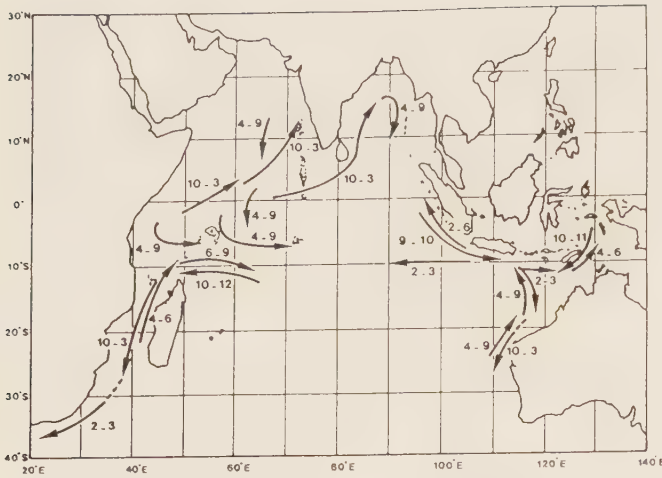


Figure 15. Schéma de migration des albacores établi à partir des données de pêche palangrière (d'après Morita et Koto, 1971).

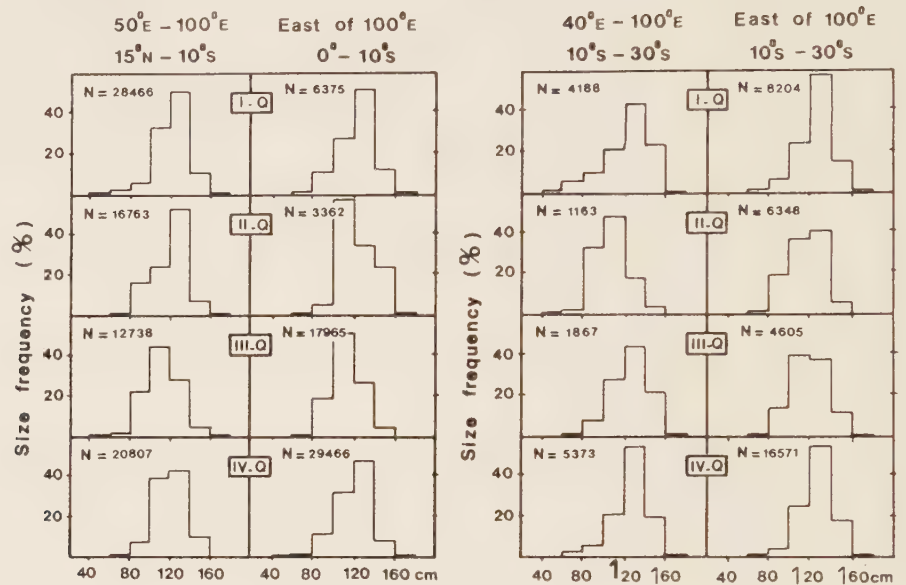


Figure 16. Distribution de fréquence des tailles des albacores capturés par les palangriers dans l'océan Indien (d'après Morita et Koto, 1971).

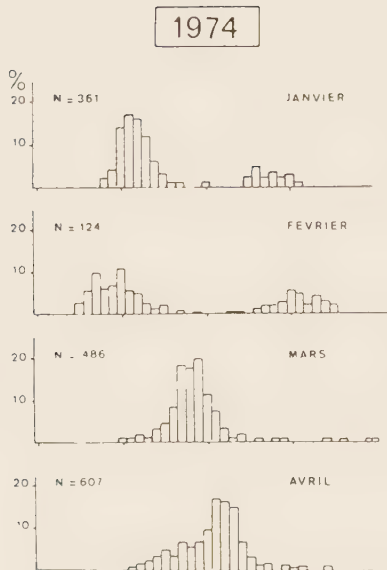


Figure 17. Tailles des albacores capturés par des canneurs sur la côte nord-ouest de Madagascar de janvier à avril 1974 (d'après Marcille et Stéquent, 1976).

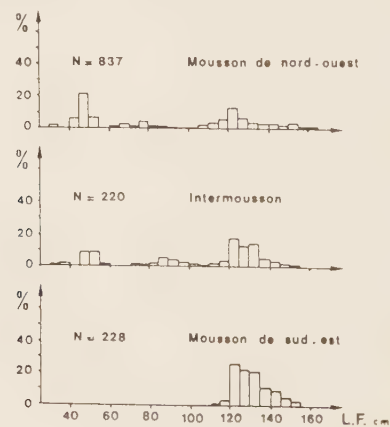


Figure 18. Tailles des albacores capturés dans l'ouest de l'océan Indien par les senneurs français en 1982 (d'après Marsac et al., 1983).

entre 57 et 76 cm de longueur à la fourche (taux de croissance de 3 cm/mois) et atteint un maximum (4,3 cm/mois) entre 88 et 101 cm (tableau 1). Un schéma de croissance similaire a été mis en évidence dans l'Atlantique est par Fonteneau (1980) et confirmé au moyen de marquages par Bard (1984). Le coefficient K de Von Bertalanffy serait plus élevé dans l'océan Indien que dans l'Atlantique (1,16 contre 0,94).

Tableau 1
Taux de croissance mensuel de l'albacore
dans l'océan Indien occidental

Intervalle de classe (LF en cm)	Taux de croissance moyen (cm/mois)
35 - 39	1,3)
39 - 57	1,6 (..... 2,0
57 - 76	3,1)
76 - 88	4,0)
88 - 101	4,3 (
101 - 134	3,9)..... 3,0
134 - 139	1,7 (
139 - 143	1,3)

1.2.2.4 Etude de la population

Hirano et Tagawa (1956), à partir des captures de palangriers réalisées dans la zone équatoriale, trouvent un sex-ratio égal à 1; sélectionnant les individus de taille supérieure à 140 cm, la proportion de mâles devient plus élevée (52%). Dans la même région, Katoaka (1957) trouve 58% de mâles. Tsuruta et Tsunoda (1960) constatent une diminution du sex-ratio lorsqu'on se déplace de la mer d'Arabie vers l'équateur (la proportion de mâles passe de 80% à 60%), (figure 14).

Selon Morita et Koto (1971), il y aurait 2 stocks d'albacore dans l'océan Indien, situés de part et d'autres de 100°E. A partir des résultats des pêches palangrières, ces auteurs ont établi un schéma possible des migrations de l'espèce (figure 15). Au cours de sa vie, l'albacore est exploité par diverses pêcheries industrielles ou artisanales: les palangriers ne capturent que de gros individus dont les tailles moyennes s'établissent autour de 120 cm (figure 16); les canneurs à appât vivant n'exploitent que les plus jeunes individus (60 cm de longueur moyenne) (figure 17); les senneurs qui opèrent dans l'ouest de l'océan Indien pêchent indifféremment les petits et les gros individus (figure 18); ces derniers sont plutôt capturés lors de coups de filet donnés sur des mattes libres tandis que les plus jeunes proviennent souvent de coups réalisés sur des épaves flottantes en dérive.

1.2.3 Le patudo, Thunnus obesus (figure 19)

Les pêches de patudo dans l'océan Indien ont atteint 40 000 tonnes en 1984 ce qui représente environ 20% du total mondial, C'est l'espèce cible des palangriers asiatiques qui capturent les individus de grande taille nageant en profondeur. Les jeunes individus sont souvent capturés à la canne ou à la senne et ont un aspect très proche de celui des jeunes albacores. Les adultes ont une silhouette beaucoup plus massive et n'ont

pas les longues nageoires (ventrale et 2ème dorsale) caractéristiques des albacores adultes.

1.2.3.1 Distribution

Le patudo est présent dans toute la zone intertropicale comme l'albacore; cependant il peut coloniser les zones marginales où l'albacore est peu abondant à savoir la mer d'Arabie pauvre en oxygène et les régions subtropicales où les eaux sont plus froides. Ses exigences physiologiques font qu'on peut le rencontrer à de plus grandes profondeurs; sa distribution verticale serait étroitement liée à la thermocline. Les jeunes vivent dans les eaux plus superficielles. Ils sont fréquemment concentrés sous les épaves en dérive à une profondeur de 50 à 100 m.

La distribution horizontale et verticale des larves est assez mal connue. Les seules concentrations notoires ont été trouvées de novembre à avril, au sud de l'Indonésie (Ueyanagi, 1969); des quantités moindres ont été relevées au sud du Golfe du Bengale, au nord-est des Maldives (figure 20), et de mai à octobre, au nord de l'Australie.

L'examen des contenus stomacaux de prédateurs, (Yabe et al., 1958), a permis de préciser que les juvéniles de patudo ne sont trouvés qu'entre 10°N et 10°S.

1.2.3.2 Reproduction

Kume (1962), dans une étude sur le cycle sexuel des patudos de l'océan Indien capturés par des palangriers, indique que la plus petite femelle mature rencontrée avait une taille de 92 cm. Solovieff (1970) estime que, dans l'ouest, le patudo atteint sa maturité sexuelle à 3 ans, ce qui correspondrait à une taille minimale de 67 cm. Quelques observations anciennes ont permis de préciser que le patudo pondait essentiellement de janvier à mars, sur une très large zone, s'étendant aussi bien à l'est qu'à l'ouest de l'océan. Ueyanagi et Yakinawa (1953) signalent une femelle mature, en mars, dans les environs de Timor (océan Indien oriental); Yukinawa et Watanabe (1956) observent, en février, des mâles et des femelles matures provenant encore de la partie est de cet océan (95°E à 97°E et 9°S à 10°S); Kume (1952) récupère des individus provenant de la région ouest (61°E à 64°E et 3°N à 6°N) et constate qu'ils ne sont pleinement matures qu'entre janvier et mars.

1.2.3.3 Nutrition et croissance

Pendant toute la période allant de mai à octobre, Kornilova (1980) a étudié le régime alimentaire du patudo. Il ressort que le nombre d'estomacs pleins (taux de réplétion) était minimum le long de la côte d'Afrique de l'est et de part et d'autre de l'équateur, entre 2°N-3°N et 2°S-3°S. Une forte activité nutritionnelle était observée dans la zone allant de 42°E à 75°E et de 3°N à 10°N où la nourriture était essentiellement composée de poissons et de calmars. Pour toute la zone s'étendant de 5°S à 10°S, Kornilova note la présence de nombreux poissons volants dans les contenus stomacaux. Du côté des Maldives, ce sont les crabes pélagiques qui prédominent. Cet auteur précise que, bien que recherchant les mêmes proies, il n'y a pas compétition entre le patudo et l'albacore qui chasseraient à des profondeurs différentes (figure 21).

Dans la région du Cap, Talbot et Penrith (1960) estiment, à partir de distribution de fréquences de tailles, que les patudos grandissent de 30 à 35 cm par an. Pour la région nord-ouest de Madagascar, Marcille et Stéquert (1976) suivent, par progression modale, la croissance des jeunes patudos; des individus de 51 cm en février atteignent 60 cm en septembre, ce qui correspondrait à un accroissement de 18 cm par an (figure 22). Solovieff



Thunnus obesus

Figure 19. Le patudo (d'après Colette et Nauen, 1983).

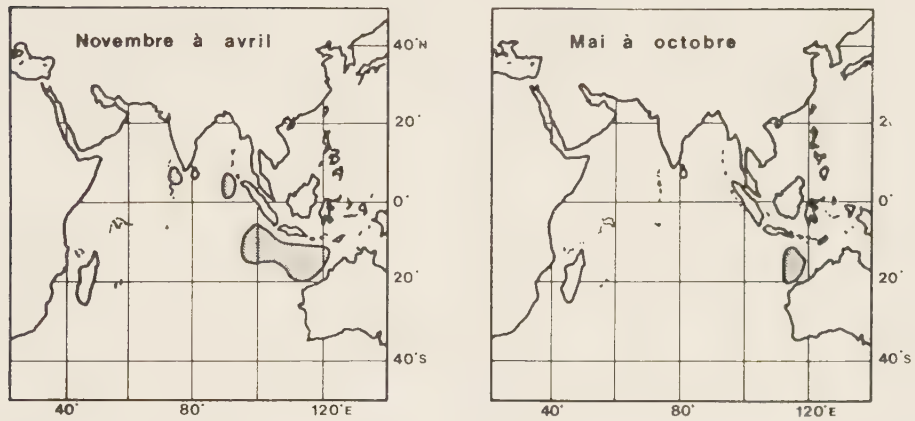
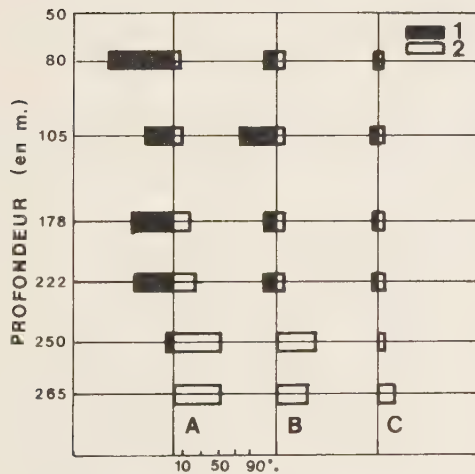


Figure 20. Distribution des larves de patudo (d'après Ueyanagi, 1969).



- A - Poissons
- B - Céphalopodes
- C - Crustacés

Figure 21. Alimentation des albacores (1) et des patudos (2) en fonction de la profondeur, dans l'océan Indien (d'après Kornilova, 1980).

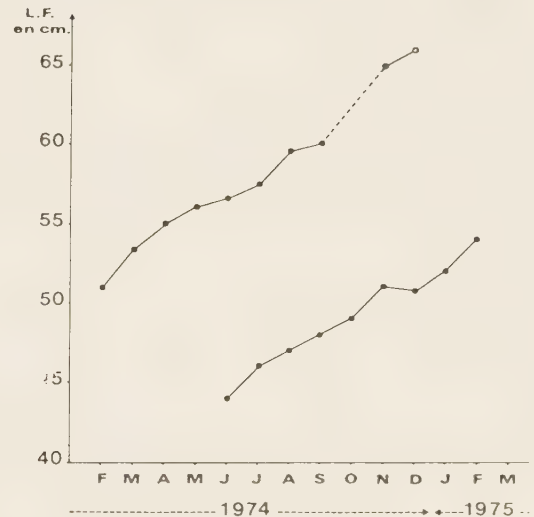


Figure 22. Filiation des modes observés dans les distributions mensuelles de fréquences des tailles des patudos capturés à la canne sur la côte nord-ouest de Madagascar (d'après Marcille et Stéquert, 1976).

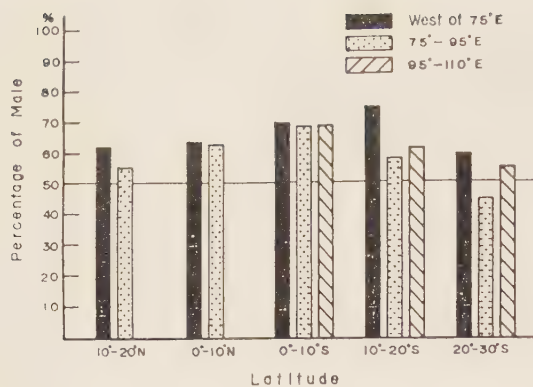


Figure 23. Variation du sex-ratio chez le patudo de l'océan Indien en fonction de la latitude (d'après Mimura et al., 1963a).

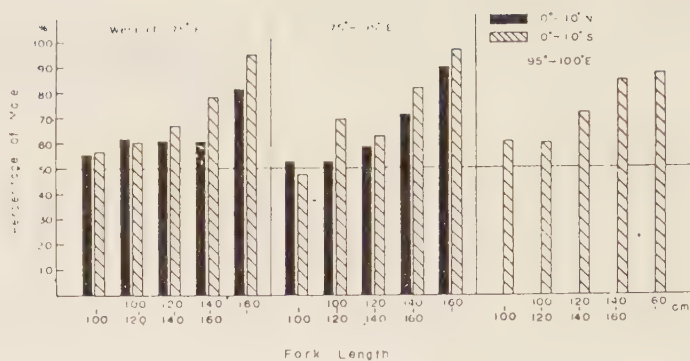


Figure 24. Variation du sex-ratio du patudo de l'océan Indien en fonction de la taille (d'après Mimura et al., 1963a).

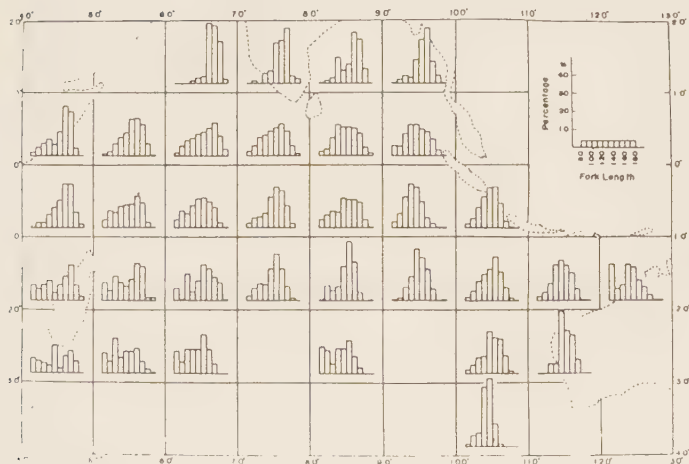


Figure 25. Distribution des tailles des patudos capturés par des palangriers (d'après Mimura et al., 1963).

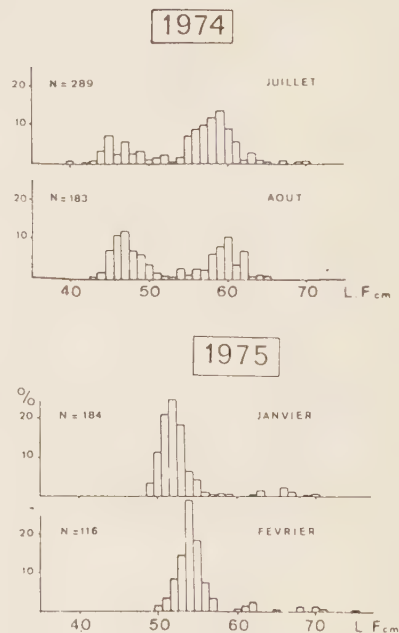


Figure 26. Distribution des fréquences de taille des patudos capturés à la canne en juillet-août 1974 et en janvier-février 1975, sur la côte nord-ouest de Madagascar (d'après Marcille et Stéquert, 1976).

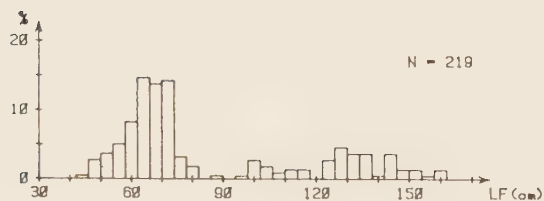


Figure 27. Tailles des patudos capturés par les senneurs français opérant dans l'ouest de l'océan Indien.

(1970), et plus tard Tankevich (1982), ont déterminé l'âge des patudos, soit à partir des écailles, soit à partir des structures osseuses telles que les vertèbres ou le 1er rayon de la lère nageoire dorsale. Les âges proposés figurent au tableau 2.

Tankevich (1982) trouve une croissance différentielle entre les mâles et les femelles et établit les équations de croissance suivantes :

$$\text{- femelles: } L_{t(\text{cm})} = 209,8 (1 - e^{-0,171 [t - (-0,86)]})$$

$$\text{- mâles: } L_{t(\text{cm})} = 423,0 (1 - e^{-0,058 [t - (-1,73)]})$$

Il précise en outre que les patudos provenant du nord-est de l'océan ont un taux de croissance supérieur à celui des autres régions.

Tableau 2

Tailles (en cm) du patudo de l'océan Indien
à différents âges

Auteurs \ Ages	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Solovieff (1970)	-	-	67 à 82	80 à 105	100 à 130	110 à 140	120 à 155	135 à 165	145 à 175	160 à 190	192
Tankevich (1982)	59	65 à 95	85 à 120	105 à 135	120 à 150	140 à 155	140 à 180	183	-	-	-

1.2.3.4 Etude de la population

L'examen des débarquements des palangriers a permis de voir que la proportion de mâles est plus importante que celle des femelles. Cette proportion varie non seulement avec la région considérée (figure 23) mais également en fonction de la taille des individus, les mâles étant plus nombreux parmi les grands patudos (figure 24).

La structure en taille des prises est liée à la sélectivité de l'engin de pêche; elle n'est donc pas représentative de la population dans son ensemble. Les tailles de 120 à 150 cm sont les classes dominantes dans les prises de palangriers bien qu'il existe des variations importantes en fonction du secteur de pêche (figure 25). Les patudos capturés à la canne correspondent à de jeunes individus uniquement (figure 26). Les débarquements des senneurs intéressent également une fraction de jeunes individus à laquelle vient s'ajouter une part non négligeable d'individus de 4 à 5 ans (figure 27).

1.2.4 Le germon, Thunnus alalunga, (figure 28)

C'est une espèce que l'on rencontre dans les zones tempérées et subtropicales des différents océans. Il est pêché par les techniques classiques, à savoir la pêche à la palangre pour les adultes et la pêche de surface (senne, traîne) pour les jeunes. En 1984 les prises se sont élevées à plus du 16 000 tonnes dans l'océan Indien soit environ 10% du total mondial pour cette espèce.



Thunnus alalunga

Figure 28. Le germon (d'après Collette et Nauen, 1983).

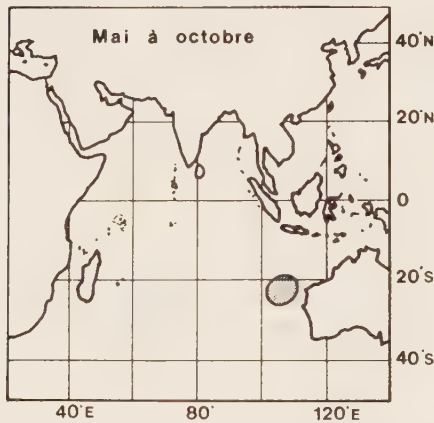
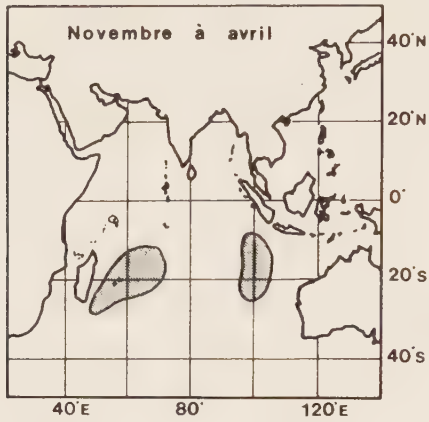


Figure 30. Distribution des larves de germon en fonction de la saison (d'après Ueyanagi, 1969).

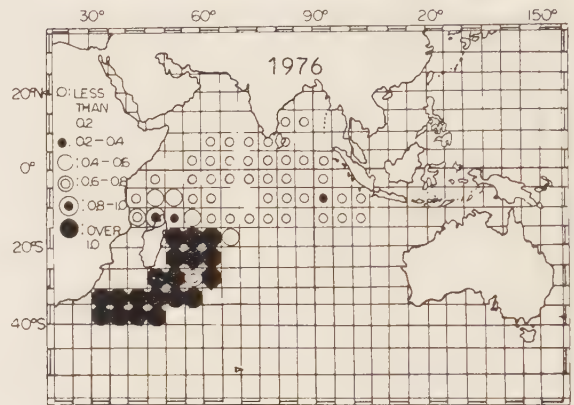
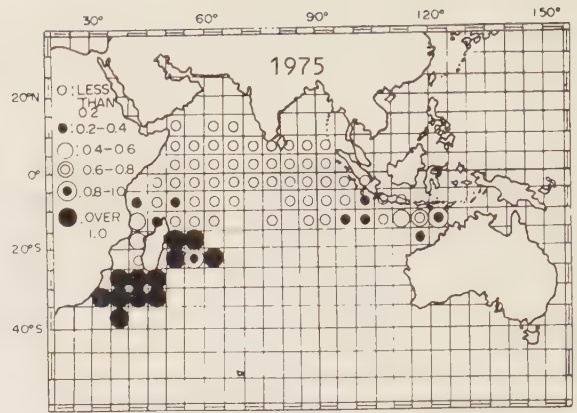


Figure 29. Distribution des taux de capture de germon par 100 hameçons obtenus par les palangriers formosans en 1975 et 1976 (d'après Hue et al., 1978).

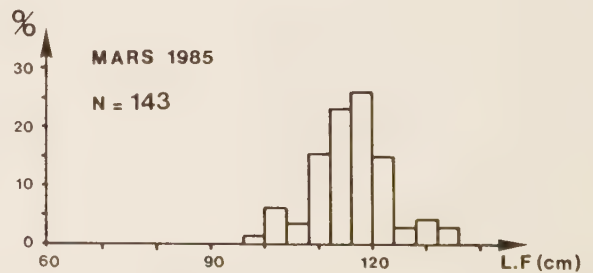


Figure 31. Distribution des fréquences de taille du germon capturé en mars 1985 par les senneurs français basés aux Seychelles.

1.2.4.1 Distribution

L'aire de répartition des jeunes individus est subtropicale et se situe dans les eaux superficielles de températures comprises entre 15° et 20°C. Les plus âgés vivent en profondeur vers les basses latitudes, dans des eaux de 14°C à 25°C et peuvent être rencontrés occasionnellement en surface.

Dans l'océan Indien, on trouve peu de germon au-delà de 10°N. La limite sud se situe approximativement entre 35°S et 40°S dans la partie ouest et entre 25°S et 30°S dans la partie est; on peut en trouver au sud de l'Australie, jusqu'à 40°S. D'assez fortes concentrations de germon ont été repérées en surface et pêchées, tant par les senneurs français qu'espagnols, à l'ouest de la zone économique seychelloise, au cours du deuxième trimestre des années 1984 et 1985.

Les principaux secteurs de pêche à la palangre sont localisés au sud de 10°S (figure 29). Pendant l'été austral (octobre à mars), la pêcherie se situe à l'est et au nord-est de Madagascar et le long de la côte est de l'Afrique. La limite sud correspond approximativement à la position de l'isotherme de surface 23°C-24°C. Pendant l'hiver austral (avril à septembre), les zones de pêche se situent plus au sud jusque vers 35°S, et les limites de la pêcherie correspondent à l'isotherme de surface 16°C au sud et 20°C au nord (Lebeau, 1971).

Il semble d'après Koto (1969) que l'habitat du germon du sud de l'océan Indien occidental soit le même que celui du germon du sud de l'Atlantique est. Durant l'été, la température de surface atteint 21°C dans la région du Cap et rendrait possible le passage de germon d'un océan à l'autre, et peut-être celui de certaines espèces tropicales telles que l'albacore ou le patudo (Lebeau, 1971).

Les larves de germon se répartissent en deux blocs distincts, l'un à l'est, l'autre à l'ouest de l'océan Indien, durant la période allant de novembre à avril (figure 30). Le reste de l'année, on en observe aussi à l'ouest de l'Australie.

1.2.4.2 Reproduction et croissance

L'aire de ponte du germon se situe de 14°S à 28°S et de 55°E à 80°E pour Kikawa et Ferraro (1966), et jusqu'en Indonésie pour la plupart des autres auteurs. La période de reproduction coïncide avec l'été austral (janvier à juin) avec un maximum d'activité de février à avril.

La croissance du germon dans l'océan Indien demeure mal connue, de même que les structures de taille des pêcheries palangrières formosanes. Les germons capturés dans l'ouest par les senneurs sont généralement de grande taille; un mode principal se situe de 116 à 120 cm (figure 31).

1.2.5 Le thon rouge du sud, Thunnus maccoyii (figure 32)

C'est sans aucun doute l'espèce dont les individus adultes atteignent les plus grandes tailles, parmi les thons de l'océan Indien. Les thons rouges peuvent atteindre 225 cm de long pour un poids de 200 kg et un âge voisin d'une vingtaine d'années (Collette et Nauen, 1983).

Les japonais et les australiens réalisent la majeure partie des prises mondiales de cette espèce (de l'ordre de 40 000 tonnes). le thon rouge est exploité sur la côte sud de l'Australie par des ligneurs, des canneurs et depuis quelques années par des senneurs. Les captures à la palangre représentent un peu plus de la moitié des prises totales et sont exclusivement effectuées par les flottilles japonaises.



Figure 32. Le thon rouge du sud (d'après Collette et Nauen, 1983).

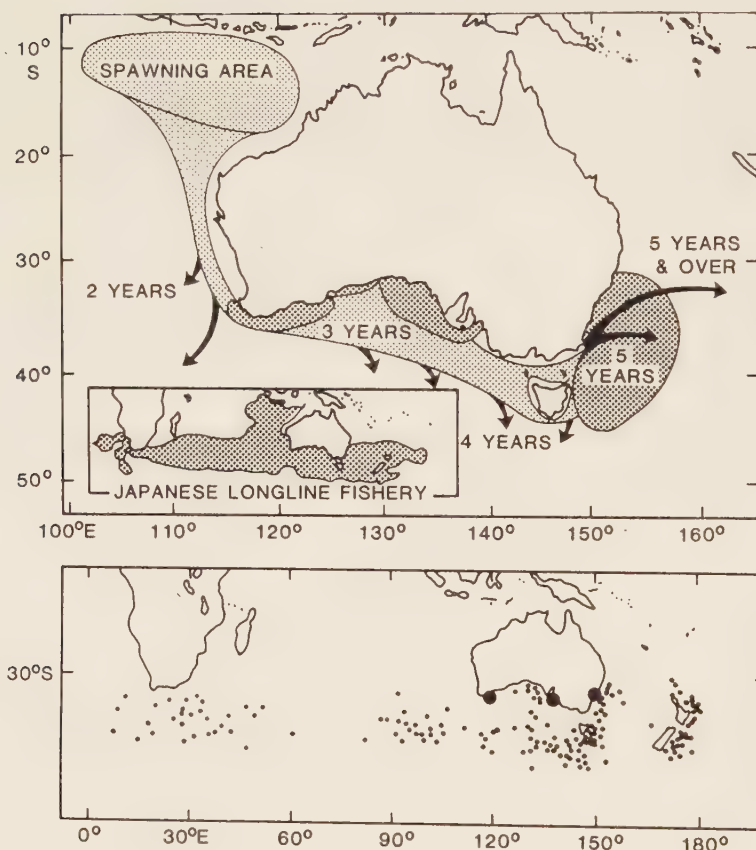


Figure 33. Haut: Zone de reproduction du thon rouge et principales routes migratoires au large de l'Australie. En trame foncée, secteur de pêche de la flottille australienne et encadré, secteur de pêche des palangriers japonais. Bas: Lieux de recapture des poissons marqués dans le sud de l'Australie, après un an de liberté ou plus (d'après Murphy et Majkowsky, 1981).

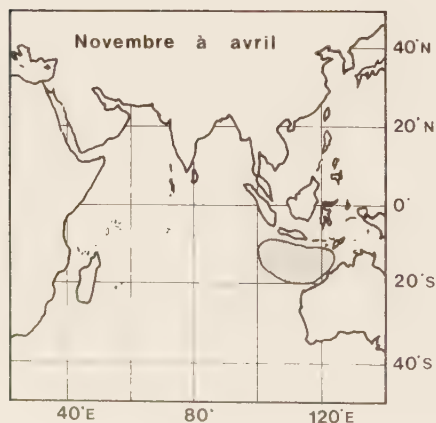


Figure 34. Distribution des larves de thon rouge (d'après Ueyanagi, 1969).

1.2.5.1 Distribution et migrations

On ne trouve cette espèce que dans l'hémisphère sud. Leur distribution circumpolaire s'étend, dans les trois océans, de 30°S à 50°S, c'est-à-dire dans des eaux relativement froides (5°C à 20°C). Néanmoins, dans l'océan Indien, le thon rouge peut être rencontré jusqu'à 10°S, au sud de l'Indonésie où il se reproduit (figure 33). Les palangriers exploitent les adultes, de juin à septembre au sud de la Tasmanie, et de mai à août au large de l'Afrique du Sud.

La zone comprise entre 10°S et 20°S, à l'est de 100°E, correspond à la seule aire de ponte connue pour l'espèce; le maximum de larves est rencontré au sud de Java (figure 34). La distribution du thon rouge dans l'océan Indien varie en fonction des diverses étapes de son existence. Pendant les deux premières années de leur vie, les individus passent progressivement de leur zone de naissance vers le sud-ouest de l'Australie. Au cours des deux années suivantes (3 et 4 ans), ils migrent vers l'est du continent et séjournent quelque temps au sud du pays; pendant ces 4 ans, le thon rouge est exploité par les pêcheries australiennes de surface. Les individus se dispersent ensuite assez loin vers le large dans diverses directions, et atteignent à l'ouest l'Afrique du Sud et le sud de l'Atlantique. A l'âge de 7 ou 8 ans, il revient dans la zone où il est né, pour s'y reproduire (Shingu, 1970).

1.2.5.2 Reproduction

Le thon rouge n'atteint sa première maturité sexuelle qu'à l'âge de 7 ans, soit à une taille de 140 cm (Kikawa, 1964). La période de ponte s'étend d'octobre à mars et il y aurait plus d'une ponte par an (Robins, 1963; Kikawa, 1964). C'est une espèce particulièrement féconde, puisqu'une femelle pleinement mature produit de 14 à 15 millions d'oeufs par ponte (Murphy, 1979).

1.2.6 La thonine, Euthynnus affinis (figure 35)

1.2.6.1 Distribution

C'est une espèce côtière que l'on rencontre dans les eaux tropicales et subtropicales de l'océan Indien; elle est présente sans discontinuité dans tous les pays riverains, depuis l'Afrique du Sud jusqu'en Indonésie et autour d'îles telles que Madagascar, La Réunion, Maurice, les Seychelles et Sri Lanka. On la trouve aussi sur la côte ouest de l'Australie, mais jusqu'à 25°S-30°S seulement (figure 36). Les larves et les juvéniles sont généralement capturés près des côtes mais peuvent l'être également plus au large (figure 37). Dans certains pays, la pêche artisanale débarque régulièrement une fraction importante de juvéniles; c'est le cas par exemple de la côte sud-ouest de Sri Lanka où des individus de moins de 24 cm sont pêchés et commercialisés. La thonine peut s'aventurer très près du rivage; aux Maldives par exemple, on trouve souvent des bancs importants chassant des petits poissons pélagiques dans les eaux peu profondes du lagon.

1.2.6.2 Reproduction

Dans l'océan Indien, la thonine atteint sa première maturité sexuelle assez tardivement. Ommanney (1953), à partir de 75 individus capturés aux Seychelles, précise que celle-ci serait atteinte entre 50 et 65 cm de longueur totale, soit à environ 3 ans. A l'île Maurice, Baissac (1960) indique que les thonines de 55 cm sont matures. Sur les côtes d'Afrique de l'est, elles arrivent à maturité à 55-60 cm de longueur totale (Williams,



Euthynnus affinis

Figure 35. La thonine (d'après Collette et Nauen, 1983).

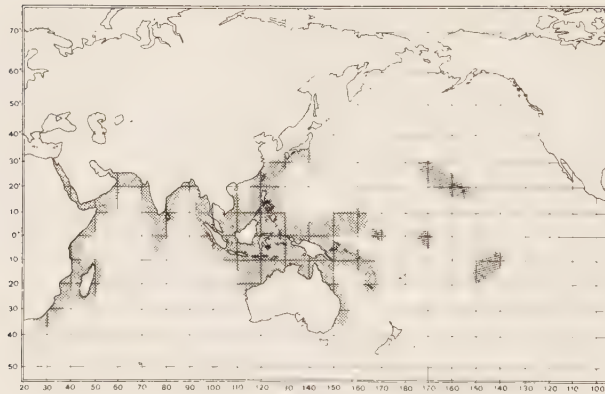


Figure 36. Distribution de la thonine (E. affinis)
(d'après Collette et Nauen, 1983).

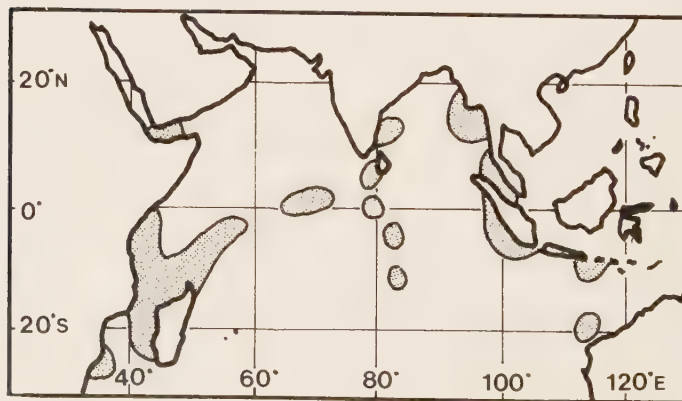


Figure 37. Répartition des larves de thonine.
(d'après Yoshida, 1979).

1956 et 1963). Par contre, sur la côte sud-ouest de l'Inde, Rao (1964) trouve des femelles de 48 cm matures. Il évalue de 210 000 à 680 000 le nombre d'oeufs émis au cours de chaque ponte pour des poissons compris entre 48 cm et 65 cm. Aux Seychelles la ponte a lieu de novembre à mars (Ommaney, 1953) alors que sur la côte sud-ouest de l'Inde elle est constatée d'avril à septembre (Rao, 1964) et d'août à octobre dans la région équatoriale.

1.2.6.3 Nutrition et croissance

L'étude du régime alimentaire montre qu'il n'y a pas vraiment de proies préférentielles et que la thonine absorbe ce qu'il y a de disponible dans le secteur où elle se trouve; la base de la nourriture reste cependant les poissons et les crustacés, et occasionnellement quelques céphalopodes (Collette et Nauen, 1983). A partir de distributions de tailles ou de structures osseuses, divers auteurs ont déterminé l'âge de la thonine (tableau 3).

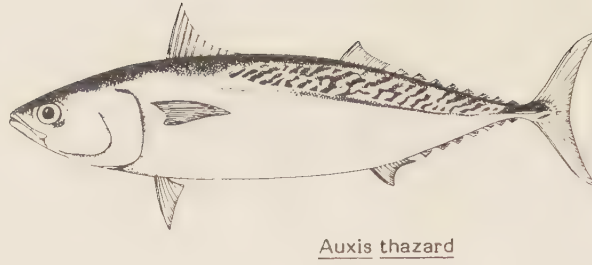
Tableau 3

Relation âge-longueur pour la thonine
de l'océan Indien.

	A G E S					
	I	2	3	4	5	6
Seychelles (Ommaney, 1953)	25 cm	25 cm à 45 cm	45 cm à 65 cm	65 cm à +	-	-
Sud de la Mer Rouge (Landau, 1965)	31 cm à 43 cm	37 cm à 52 cm	47 cm à 56 cm	52 cm à 59 cm	52 cm à 60 cm	-
Golfe d'Aden (Shabotinets, 1968)	-	-	50 cm à 65 cm	55 cm à 75 cm	65 cm à 80 cm	86 cm

1.2.6.4 Etude de la population

A Sri Lanka, les tailles des individus habituellement capturés varient de 20 à 65 cm; occasionnellement des individus plus petits (15 à 20 cm) peuvent être débarqués (Sivasubramanian, 1970). Ces tailles dépendent fortement des engins de pêche utilisés. Sur la côte est africaine, aux Seychelles et à Madagascar, où cette espèce n'est pêchée qu'à la traîne, les individus capturés sont de grande taille (40 à 85 cm). En l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible de dire si la thonine effectue de grandes migrations océaniques ou seulement des déplacements localisés. Les thonines sont souvent rencontrées en bancs mixtes avec les auxides et parfois les jeunes albacores (Williams, 1963; Sivasubramanian, 1970).



Auxis thazard

Figure 38. L'auxide (d'après Collette et Nauen, 1983).

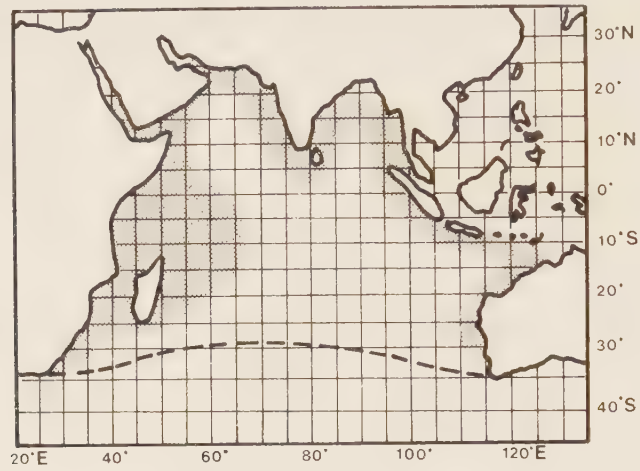


Figure 39. Répartition de l'auxide (Auxis thazard) (d'après Silas et Pillai, 1982).

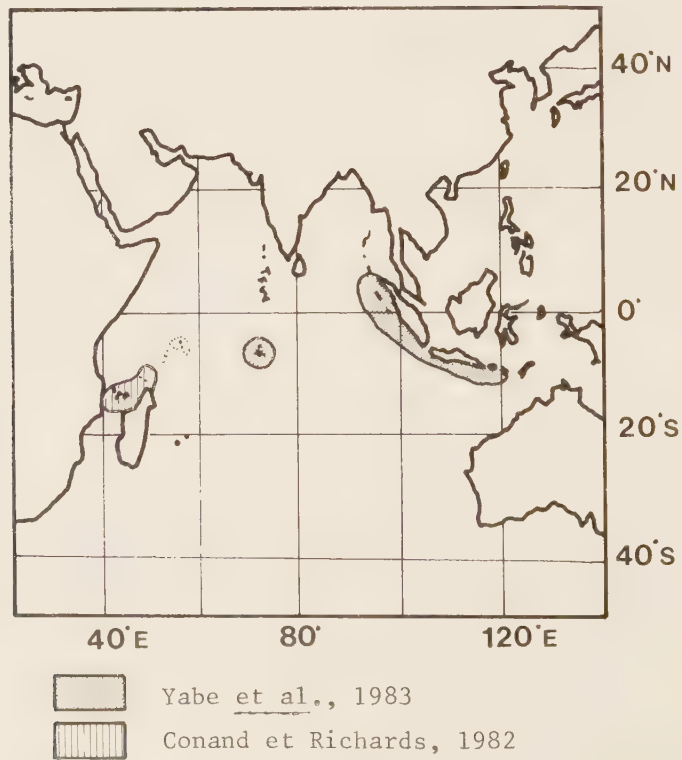


Figure 40. Répartition des larves d'auxide.

1.2.7 L'auxide, Auxis thazard (figure 38)

Ce sont des thonidés de petite taille qui ne sont exploités que par des pêcheries artisanales; ils ne dépassent pratiquement jamais 60 cm. Les tailles habituelles des captures sont comprises entre 25 et 40 cm.

1.2.7.1 Distribution

Cette espèce se rencontre dans les eaux tropicales et subtropicales de l'océan Indien. Des individus sont capturés en quantité variable dans tous les pays riverains, depuis l'Australie jusqu'en Afrique du Sud (figure 39). On sait que ce n'est pas à proprement parler une espèce côtière; en effet des juvéniles ont pu être trouvés très au large dans les contenus stomacaux des grands thons et des poissons porte-épée et des adultes sont occasionnellement capturés par les senneurs. Les larves sont souvent plus côtières; Yabe et al., (1963) en ont capturé d'assez grandes quantités le long des côtes de Sumatra (figure 40) et Conand et Richards (1982) en trouvent dans la partie nord du Canal de Mozambique, de novembre à mai et par 5°S et 58°E en hiver austral (mai à octobre).

1.2.7.2 Reproduction

Les quelques renseignements existants pour l'océan Indien, proviennent de la côte ouest de Thaïlande. Yesaki (1982), à partir de femelles capturées à la senne et par les lignes de traîne, estime que la maturité commence à 33 cm chez les femelles et qu'elles sont pleinement matures à 38 cm; il observe un maximum de femelles matures de décembre à mars.

1.2.7.3 Nutrition et croissance

Kumaran (1964) étudie le régime alimentaire des jeunes et des adultes d'auxides débarqués par la pêche artisanale indienne de l'extrême sud-ouest de la péninsule. Les résultats qu'il obtient sont résumés dans le tableau 4.

Tableau 4

Régime alimentaire de l'auxide
des côtes de l'Inde (d'après Kumaran, 1964).

<u>Espèces absorbées</u>	<u>Pourcentages</u>
Clupeidés	13,4)
Leiognathidés	5,3 (.... 42,4
Autres poissons	23,7)
Calmars	22,7
Crustacés	3,4)
Larves de crabes	21,0 (.... 24,4
Autre nourriture	10,5

Figure 41. Le thon mignon (d'après Collette et Nauen, 1983)



Thunnus tonggol

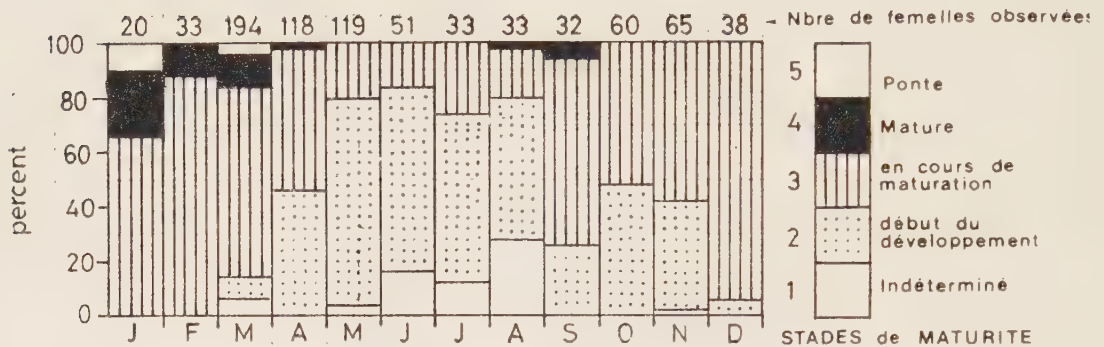


Figure 42. Evolution des différents stades de maturité sexuelle chez le thon mignon de Thaïlande (d'après Yesaki, 1982)

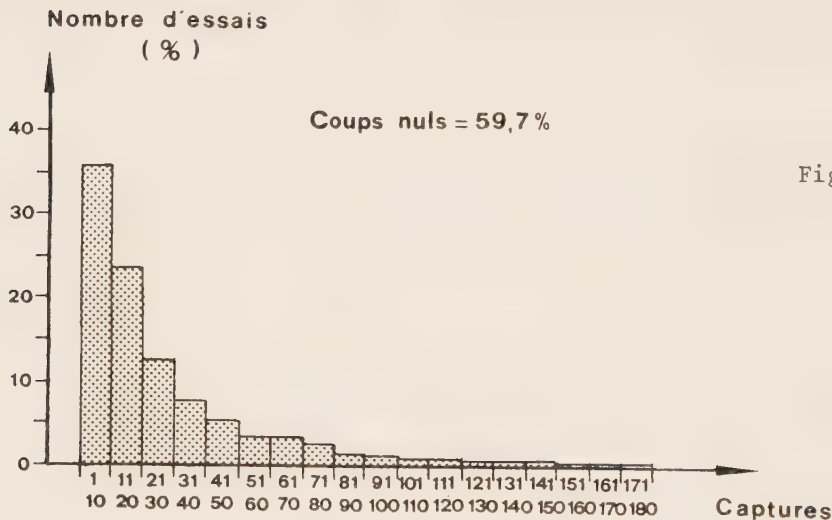


Figure 43. Répartition des coups de senne sur mattes libres en fonction du tonnage capturé.

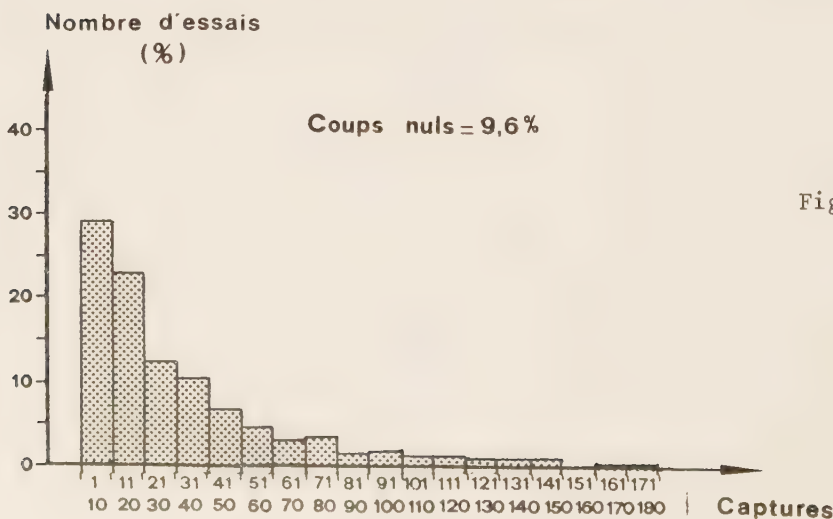


Figure 44. Répartition des coups de senne sous épaves en fonction du tonnage capturé.

En suivant la progression modale des distributions mensuelles de fréquences de tailles des individus capturés en Thaïlande, Yesaki (1982) calcule un taux de croissance annuel de 11 cm dans l'intervalle de longueur allant de 25 à 36 cm et de 6 cm/an seulement pour des individus supérieurs à 40 cm. La relation âge-longueur qu'il propose, est de 26 cm à 1 an, 37 cm à 2 ans et 43 cm à 3 ans.

1.2.8 Le thon mignon, Thunnus tonggol (figure 41)

1.2.8.1 Distribution

C'est une espèce à distribution relativement limitée; on la trouve dans la partie nord de l'océan Indien et dans sa partie est, en mer d'Andaman, en Indonésie et sur les côtes nord et nord-ouest de l'Australie. Sur la côte est de l'Afrique, on ne la rencontre qu'au nord de la Somalie. Le thon mignon, bien qu'étant une espèce côtière, ne séjourne jamais dans des eaux turbides et dessalées. Il est exploité par les pêcheries artisanales dans divers pays, au moyen de filets maillants, de lignes de traîne et de palangres.

Les tailles des individus débarqués par la pêche artisanale indienne, sont comprises entre 40 et 70 cm (Silas et Pillai, 1982). En Indonésie, elles ne seraient que de 30 à 50 cm (White et Yesaki, 1982). Pour ces mêmes régions, les tailles maximales rencontrées sont respectivement 130 cm et 105 cm.

1.2.8.2 Reproduction

Sivasubramanian (1981) précise que la taille à la première maturité sexuelle, dans la partie nord-est de l'océan Indien serait atteinte pour des tailles comprises entre 45 et 50 cm. Sur la côte ouest de la Thaïlande, elle serait de 44 cm (Yesaki, 1982). La période de reproduction est assez mal connue. Rao (1964) signale une femelle de 81 cm (7,3 kg), capturée en septembre sur les côtes indiennes, ayant des ovaires matures. En Thaïlande (côte ouest), il y aurait deux périodes de ponte, la principale de janvier à avril en mousson de nord-est et une moins importante en août-septembre (figure 42). Les femelles de taille comprise entre 44 et 49 cm de longueur totale, émettraient en moyenne 1,4 millions d'oeufs par ponte.

1.2.8.3 Nutrition et croissance

Yesaki (1982) affirme que le thon mignon est un des thonidés les plus voraces; c'est chez cette espèce qu'il a rencontré un minimum d'estomacs vides. Examinant la distribution des tailles d'individus capturés sur les côtes malaise et thaïlandaise, Klinmuang (1978) arrive à la conclusion que les thons mignons atteignent 30 cm à 1 an, 47 cm à 2 ans et qu'ils auraient un taux de croissance mensuel de 1,5 cm pendant leur deuxième année d'existence.

1.3 GENERALITES SUR LES BANCS DE THONS

Le comportement grégaire des thons les conduit à se regrouper en bancs (ou mattes) que l'on peut observer en surface. Ce comportement, généralement considéré comme un moyen de protection, peut adopter différentes formes suivant les zones considérées ou même les heures de la journée (Marcille et Bour, 1981). Les caractéristiques des bancs doivent

être connues assez précisément car de celles-ci découle la mise au point de techniques de pêche adaptées.

1.3.1 Types de bancs

On peut distinguer grossièrement deux types de bancs principaux: les bancs de surface et les bancs profonds, les premiers pouvant être repérés à vue et les seconds uniquement par des méthodes acoustiques (sondeur, sonar,...)

1.3.1.1 Bancs de surface

Les bancs de surface peuvent être libres ou associés:

- les bancs libres situés en surface ou en subsurface sont souvent accompagnés d'oiseaux. Nous reprendrons la terminologie déjà présentée par Marcille et Bour (1981) et par Marsac et al. (1983) pour qualifier un banc en fonction du comportement du poisson qui le compose. Nous présenterons simultanément la terminologie américaine et chaque fois qu'elle existe, son équivalent en français :

- . Breezer (Amér.) = balbaya (Fr.) : la présence du thon est signalée par un frissonnement à la surface de la mer, créé par des poissons nageant en subsurface, dans une même direction; il révèle souvent la présence de bancs de grande taille;
- . Finner (Amér.) = (pas d'équivalent français) : les poissons ne sortent pas de l'eau, seules sont visibles par moment, leurs nageoires dorsales;
- . Jumper (Amér.) = poisson "à la pièce" (Fr.) : il s'agit souvent de poissons plus ou moins dispersés, sautant individuellement et replongeant la tête la première;
- . Smoker (Amér.) = sardara (Fr.) : les poissons sautent hors de l'eau en créant un clapot très marqué; c'est le type caractéristique d'un banc plurispécifique composé d'individus de petite taille;
- . Boiler ou foamer (Amér.) = brisant (Fr.) : C'est un sardara très marqué; il est souvent le fait de gros individus qui se nourrissent généralement sur des "rouges" (concentrations en boules) d'anchois ou d'euphausiacées; les poissons sautent de façon désordonnée, causant un bouillonnement de l'eau très marqué et bien visible à distance.

Cette classification correspond à des cas vraiment typiques, pas toujours rencontrés de manière aussi nette dans la nature. Marsac et al. (1983) ont noté, dans l'océan Indien occidental, que suivant la saison, 50 à 70% des bancs observés étaient difficiles à classer dans l'une ou l'autre de ces catégories, le banc pouvant présenter différents aspects au cours d'une même observation.

- Les bancs peuvent aussi être associés à des objets flottants en dérive (bille de bois, débris divers,...), ancrés (D.C.P.), à des mammifères marins (baleines, dauphins,...) ou à des requins. Ces bancs sont accompagnés ou non d'oiseaux et de composition mono ou plurispécifique.

1.3.1.2 Bancs profonds

Les bancs profonds peuvent être libres ou liés aux objets flottants.

L'examen de la trace des mattes détectées au sondeur permet de distinguer, dans l'ouest de l'océan Indien, trois types différents de bancs (Marsac et al., 1983; tableau 5):

- détection A : exclusivement relevée sous les épaves, elle présente une forme compacte. après analyse des captures, elle semble être constituée de listaos adultes mélangés à de petits albacores et patudos.

- détection B : caractérisant à la fois des bancs libres et associés, elle est constituée de deux parties, l'une supérieure et compacte, l'autre inférieure et allongée. Parfois ces deux sections se trouvent dissociées. Les prises effectuées sur ces bancs se composent de poissons mélangés (en tailles et en espèces). La forme de la détection révélerait donc la stratification du poisson, les individus de petite taille occupant la strate supérieure et les gros, la strate inférieure.

- détection C : typique des mattes libres composées de gros individus, elle peut occuper une épaisse couche d'eau et laisse sur le sondeur une trace en bâtonnet.

Tableau 5

Caractéristiques des différents types de détection rencontrés dans l'ouest de l'océan Indien pour les trois principales espèces de thons majeurs (d'après Marsac et al., 1983)

CARACTERISTIQUES		TYPE A	TYPE B	TYPE C
Forme		ramassée 	2 parties 	bâtonnet 
Composition	spécifique	mélangée	mélangée	albacore
	taille	petite et moyenne	toutes tailles	gros
Comportement		associé aux épaves	associé aux épaves ou non	non associé
Répartition en profondeur		10 - 70 m	15 - 130 m	30 - 130 m

1.3.2 Taille du poisson dans les bancs

Les bancs monospécifiques comportent généralement des individus de tailles semblables. Les bancs associés présentent, par contre, une variabilité de tailles plus ou moins forte selon que l'objet (ou l'animal) auquel s'associe le poisson dérive lentement ou rapidement. Les thons associés aux épaves auront ainsi des tailles plus diversifiées que ceux associés à des requins ou des baleines (Marcille et Bour, 1981). Contrairement à ce qui a pu être observé dans les autres océans, l'association thon-mammifères marins est faible dans l'océan Indien, au moins dans sa partie occidentale. Les albacores dans les bancs monospécifiques, sont généralement plus grands que ceux provenant de bancs mixtes (mélange listao-patudo-albacore). Par contre, la composition en taille des bancs de listaos mélangés est voisine de celle des bancs de listaos monospécifiques.

1.3.3 Volume et distribution des différents bancs

Le volume des bancs peut être estimé soit à partir d'observations visuelles, soit à partir de prises par coup de senne positif. Dans l'ouest de l'océan Indien, la taille des bancs observés varie sensiblement d'une saison à l'autre. En mousson de nord-est (décembre à mars) et pendant les deux inter-moussons (avril-mai et octobre-novembre), les rendements par coup de filet positif sont similaires, de l'ordre de 21 à 25 t/coup, alors qu'en mousson de sud-ouest (juin à septembre), ils atteignent 35 t/coup (tableau 6).

Tableau 6

Variation mensuelle et saisonnière des rendements
des sennes par coup de filet positif (en tonnes/coup);
moyenne des années 1982 à 1984.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
21,5	24,8	27,7	26,4	19,5	29,6	45,4	30,9	36,9	37,3	20,2	18,5
...											...
M.N.E.			I.M.		M.S.O.			I.M.		M.N.E.	
21,8			22,7		34,9			25,7			

M.N.E.: Mousson de nord-est (ou d'été austral)

I.M. : Inter-mousson

M.S.O.: Mousson de sud-ouest (ou d'hiver austral)

La répartition des coups de filet sur épaves et sur mattes libres est présentée aux figures 43 et 44. Les meilleurs rendements sont obtenus sur les bancs associés: la moyenne 1982-1984 s'élève à 26 tonnes par coup de senne et à près de 29 tonnes par coup positif. Sur les bancs non associés (ou mattes libres), ces rendements sont de 13 tonnes par coup de filet et de 23 tonnes par coup positif. Quel que soit le type de banc, les rendements par coup positif sont assez peu différents; seul varie le taux de réussite des coups de filet (moyenne 1982-1984 de 54% sur mattes libres contre 90% sur mattes associées).

2. ENVIRONNEMENT OCEANOGRAPHIQUE DE L'OCEAN INDIEN

Sa superficie de 49 millions de Km² jusqu'à la convergence sub-tropicale en fait le moins vaste des 4 océans mondiaux. Il est bordé à l'ouest par l'Afrique et l'Arabie, au nord par le continent Indo-Asiatique, à l'est par l'Indonésie et l'Australie, au sud par une limite hydrologique, la convergence sub-tropicale.

Il peut-être grossièrement divisé en deux parties principales, de part et d'autre de l'affleurement des Chagos et des Maldives, le long de 72°E (figure 45). La partie occidentale regroupe la mer d'Arabie, le bassin de Somalie, le bassin des Mascareignes (entre Madagascar et la ride joignant les Seychelles à l'Ile Maurice et la Réunion), et le canal de Mozambique. La partie orientale, la plus vaste, comprend le golfe du Bengale, le bassin de l'océan Indien central, le bassin des Cocos, le bassin Wharton et le bassin nord-australien, entre l'Australie et les îles de la Sonde.

Ensermé entre des terres émergées, l'océan Indien est le siège de particularités (bien spécifiques) dans les domaines météorologique et océanographique, qui le distinguent de l'Atlantique et du Pacifique. En effet, il est fermé à toute influence marine tempérée boréale par la présence du continent asiatique. La caractéristique majeure créée par la forte interaction océan-continent est le phénomène de mousson.

2.1 CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Du fait des liens très étroits existant entre les basses couches de l'atmosphère et la couche superficielle des océans, il est indispensable de s'intéresser en premier lieu aux conditions météorologiques avant d'aborder la description des phénomènes hydrologiques. Le régime de mousson est caractérisé par un renversement de la direction du vent moyen de plus de 90°, entre l'été et l'hiver (Ramage, 1969). Partant de cette définition, les zones sous influence de mousson sont presque essentiellement limitées à l'hémisphère boréal; on constate cependant qu'au sud de l'équateur, la proportion d'océan soumise à cette influence est plus importante aux bordures est et ouest de l'océan qu'au centre (figure 46).

2.1.1 Pression atmosphérique

Tout au long de l'année, des aires anticycloniques persistent dans le sud de l'océan Indien. Avec le jeu des saisons, elles subissent un déplacement nord-sud.

En janvier (figure 47a), l'océan Indien sud-ouest est le siège de basses pressions (1010 à 1012 mb) qui s'étendent entre les hautes pressions de l'anticyclone sud (30°-40°S) et celles du continent asiatique, supérieures à 1025 mb. Dans l'est de l'océan, les basses pressions dominent depuis le nord de l'Australie jusqu'à la Malaisie.

En juillet (figure 47b), l'anticyclone sud atteint sa position la plus septentrionale (centré sur 25°S); il est plus intense qu'en janvier. Deux aires dépressionnaires très accusées couvrent le nord de la mer d'Arabie et du golfe du Bengale (<1000 mb). Du nord de Madagascar à l'Asie, la pente barométrique décroît de façon continue et régulière.

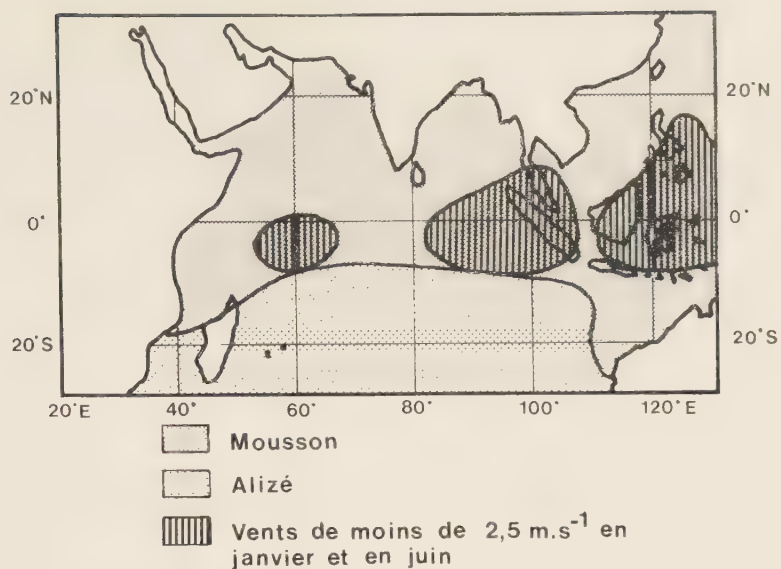


Figure 46. Régions de l'océan Indien sous influences de la mousson et de l'alizé (modifié d'après Ramage, 1969).

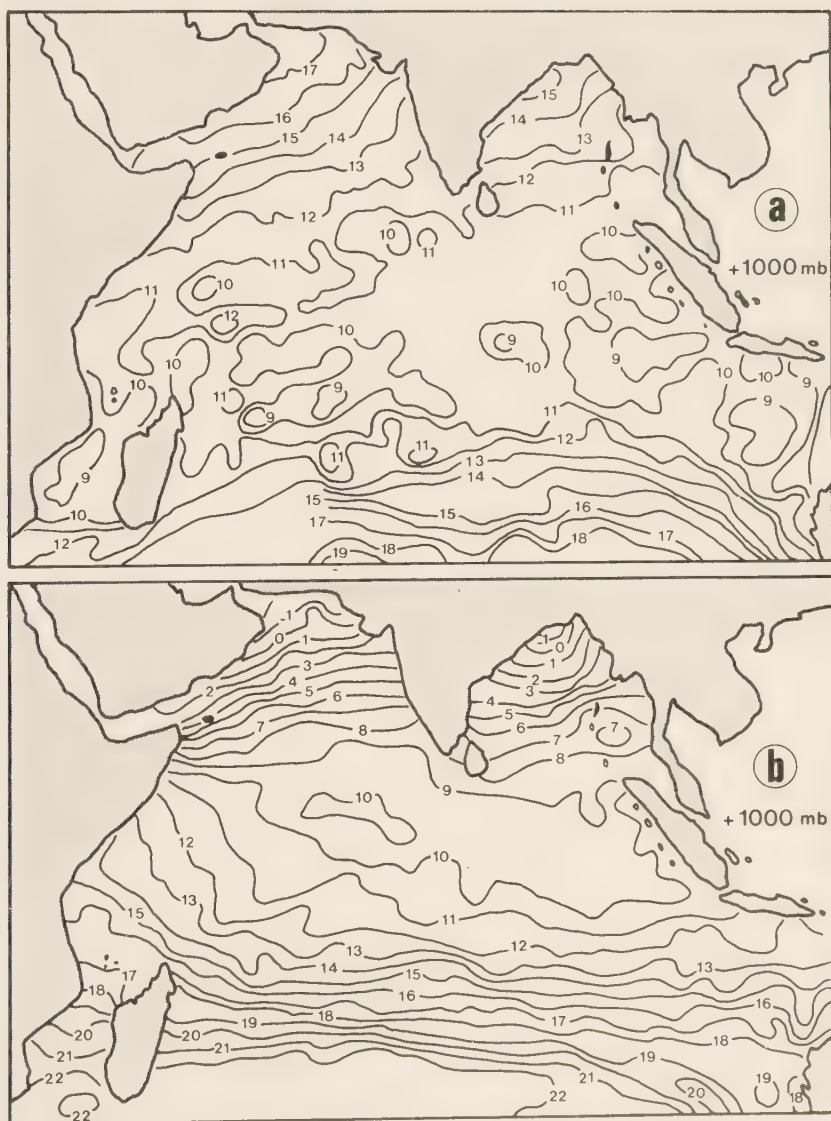


Figure 47. Champ de pression atmosphérique:
a) janvier; b) juillet
(d'après Hastenrath et Lamb, 1979).

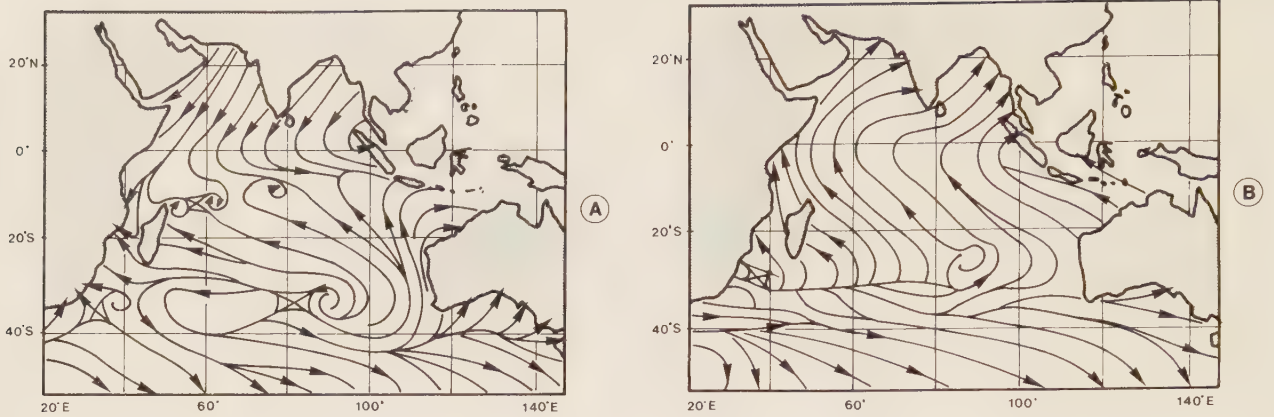


Figure 48. Vent moyen résultant à la surface de la mer:
a) janvier; b) juillet (d'après Ramage, 1969).

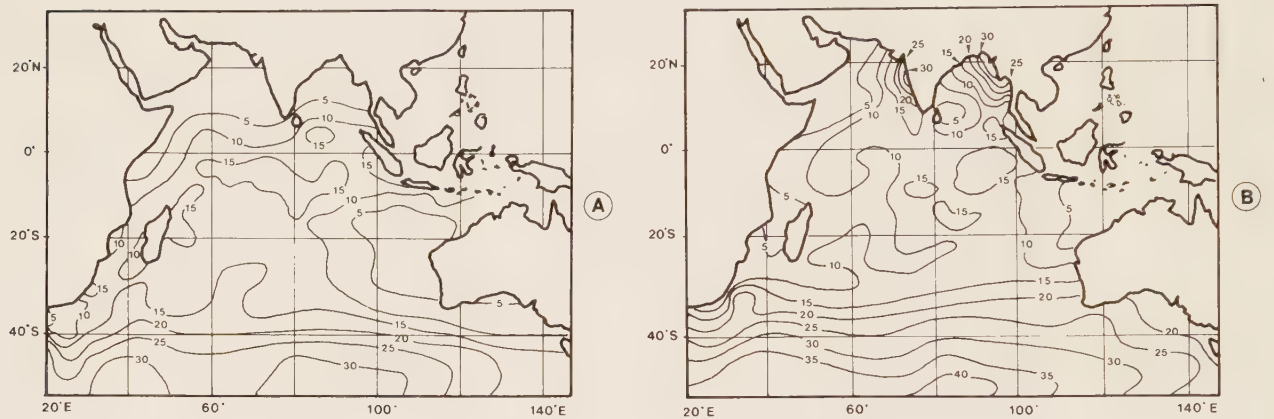


Figure 49. Distribution relative des précipitations, exprimées en pourcentage du nombre d'observations avec précipitations: a) janvier; b) juillet (d'après U.S. Office of the Chief of Naval Operations, 1957).

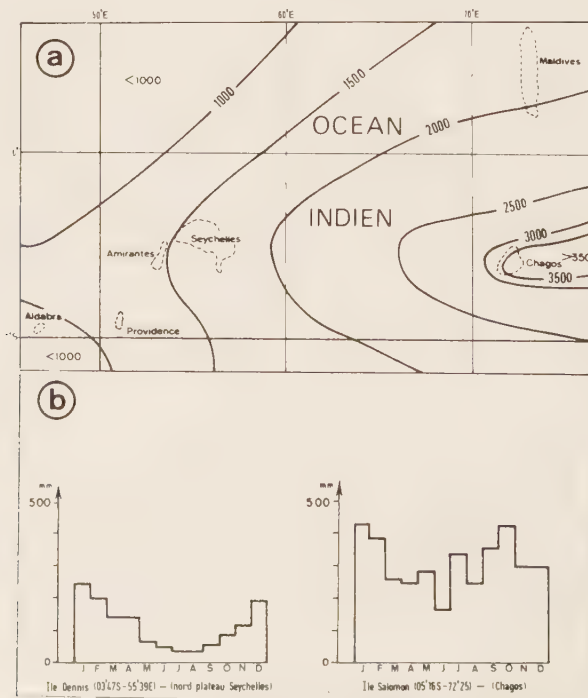


Figure 50. Précipitations dans l'océan Indien occidental: a) carte des isohyètes annuelles (en mm de pluie); b) profils pluviométriques mensuels aux îles Denis (Seychelles) et Salomon (Chagos) (d'après Piton, 1976).

2.1.2 Vents

Dans la région de l'océan Indien tropical située en dehors du régime de mousson, l'alizé du sud-est souffle toute l'année. Il se renforce en hiver austral lorsque l'anticyclone sud atteint sa plus grande intensité; il dépasse régulièrement 20 noeuds.

Dans la région sous l'influence de la mousson, on peut distinguer trois situations climatiques : la mousson de nord-est, la mousson de sud-ouest et les inter-moussons.

- La mousson de nord-est souffle de décembre à mars, suivant le gradient de pression nord-sud. Les vents de nord-est sont modérés (4 à 6 noeuds en moyenne). L'air, sec à l'origine, se charge en humidité sur le golfe du Bengale et la mer d'Arabie. La rencontre avec le flux de sud-est se fait en une zone de convergence inter-tropicale (ZCIT) après que les vents de nord-est aient viré au nord-ouest au passage de l'équateur. La ZCIT, siège des basses pressions équatoriales, s'installe à l'ouest de 80°E , de 10°S à 15°S : le vent du secteur ouest y domine mais reste faible; ces calmes équatoriaux peuvent toutefois être interrompus par des coups de vent persistant plusieurs jours. On y notera aussi la présence de tourbillons cycloniques (figure 48a). Dans le nord-est de l'océan, les vents de secteur est dominant, soufflant de la côte vers le large. Sur la côte ouest de la Thaïlande, la force moyenne, calculée de 1977 à 1980 y est de 3-4 degrés Beaufort (Yesaki, 1982).

- La mousson de sud-ouest, au nord de l'équateur, est une prolongation des alizés de sud-est (figure 48b). Elle sévit de juin à septembre, associée à un fort gradient de pression qui s'installe entre l'anticyclone sud et les basses pressions du nord de l'océan. Le flux est particulièrement puissant le long de la côte somalienne : le jet de Somalie est une composante importante de cette mousson (Schukla, 1975) en assurant un transport d'humidité vers la mer d'Arabie et en développant un upwelling côtier; dans cette région, l'océan va pomper de la chaleur à l'atmosphère. Ce flux présente une variabilité saisonnière de période annuelle. En hiver boréal, Washington (1976) et Manabe et al. (1974) ont décrit l'inversion du jet qui assure alors un transport d'humidité vers l'hémisphère sud.

- Les inter-moussons se situent en avril-mai et en octobre-novembre : ce sont des périodes de transition au cours desquelles un important flux d'ouest en est domine à l'équateur. Dans le golfe du Bengale, le vent est très instable en direction (Hastenrath et Lamb, 1979).

2.1.3 Précipitations

En janvier, les précipitations les plus abondantes se situent dans l'océan Indien central, de 60°E à 90°E , de 0° à 10°S , région couverte par la ZCIT (figure 49a). D'autres zones à forte pluviométrie existent, en particulier sur la côte est de Madagascar et l'ouest de Sumatra. En juillet, les maxima pluviométriques se concentrent sur la côte ouest de l'Inde et au fond du golfe du Bengale, dans des régions fortement dépressionnaires. L'ouest de Sumatra connaît aussi des précipitations abondantes (figure 49b).

Dans l'ouest de l'océan Indien tropical, les pluies décroissent de l'est vers l'ouest : les quantités annuelles peuvent dépasser 3 500 mm aux Chagos tandis qu'à l'ouest, elles sont en moyenne inférieures à 1 000 mm (figure 50). Au niveau des Seychelles, les pluies sont surtout abondantes pendant la mousson d'hiver boréal alors qu'aux Chagos, la variation saisonnière est moins marquée. A Madagascar, un contraste pluviométrique très net existe entre la côte est, exposée aux alizés, et la côte ouest, bordant le canal de Mozambique : on passe ainsi de plus de 2000mm à 1000mm de pluie par an avec des minima très accusés (<500 mm) dans le sud-ouest de

Madagascar. Des relevés pluviométriques effectués aux Iles Glorieuses (nord-ouest de Madagascar) font apparaître une large fluctuation saisonnière des précipitations alors que l'évaporation varie moins; le maximum est atteint en hiver austral (figure 51). Considérant le bilan évaporation-précipitation sur l'ensemble du bassin occidental, Piton (1976) a été amené à considérer l'est du bassin comme une zone de dilution en sel et l'ouest comme une zone de concentration.

Dans le sud du golfe du Bengale, la saison des pluies s'étend d'avril à novembre (figure 52). Sur la séquence d'observations 1979-1980, Yesaki (1982) signale les plus hauts niveaux de précipitations en juillet et août. La pluviométrie moyenne enregistrée au cours des deux années pour la période d'avril à novembre s'élève à 1970 mm; la moyenne annuelle se situerait aux environs de 2250 mm.

Par modélisation, on a essayé de relier des anomalies thermiques océaniques aux variations des précipitations sur les continents adjacents à la zone marine où se produit l'anomalie. En fait, Washington et al. (1977) ont pu montrer que dans la région nord-équatoriale allant de la Somalie à Sri-Lanka, les précipitations sur le continent indien en particulier, n'étaient pas affectées de manière significative par les anomalies thermiques observées devant la côte somalienne et dans l'est de la mer d'Arabie.

2.1.4 Perturbations tropicales

Pendant la mousson de nord-est, au niveau de la ZCIT, des coups de vents peuvent survenir lors des passages de dépressions, particulièrement lorsque la convergence est active (minimum barométrique).

La zone de formation des cyclones s'étend des Seychelles (55°E) aux Iles Cocos (95°E), de 6°S à 15°S : les eaux sont de température élevée (28° à 30°C) et l'atmosphère est humide sur une grande épaisseur. La période active va de décembre à avril, les fréquences maximales étant enregistrées en janvier-février. Ils se déplacent généralement vers l'ouest, au sud de 8°S . Les îles du canal de Mozambique, Madagascar, la Réunion et l'Ile Maurice peuvent être touchées par ces perturbations, alors que les Seychelles (dans leur partie nord) et les Chagos sont à l'écart des trajectoires habituelles. Au fur et à mesure de leur progression, les dépressions tropicales suivent une direction qui s'incurve vers le sud.

2.2 LES CONDITIONS HYDROLOGIQUES

2.2.1 Circulation océanique

2.2.1.1 Les masses d'eau

Avant d'aborder la présentation des différentes masses d'eau de l'océan Indien, nous allons classifier rapidement des types d'eau par régions. Ceci peut être fait au moyen d'un diagramme T-S, selon une présentation (Pocklington, 1979) qui a l'avantage de permettre une superposition entre les différentes aires du diagramme et la carte de l'océan Indien (figure 53). L'extrémité gauche du diagramme correspond aux eaux chaudes et très salées de la Mer Rouge et du golfe d'Oman (ouest de l'océan); l'extrémité droite, aux eaux chaudes et dessalées bordant l'Indonésie où les précipitations sont abondantes. Les eaux de surface de température inférieure à 22°C se distribuent entre 34,5 % et 36 %: on les trouve principalement au sud de l'équateur. Une exception subsiste: elle concerne les eaux de l'upwelling somalien (8°N - 12°N ; 50°E - 54°E) dont les caractéristiques se rapprochent de celles des eaux du sud-ouest de l'océan.

Les masses d'eau présentes dans l'ouest de l'océan Indien ont été décrites par différents auteurs: Kimitsa (1968) dans le canal de Mozambique, Ivanenkov et Gubin (1960) entre 10°S et 5°N , Quadfasel et Schott (1982) au large des côtes de Somalie. Magnier et Piton (1973) ont précisé les premières interprétations à la suite de campagnes menées en novembre et décembre 1970 (début de l'été austral). Le schéma global que l'on peut tirer est présenté à la figure 54, en se limitant aux eaux superficielles et sub-superficielles dans lesquelles évoluent les thonidés:

a) Eaux superficielles : Elles présentent de fortes variations saisonnières dans la couche de mélange.

- de l'équateur à 6°S , on trouve l'eau superficielle équatoriale de salinité voisine de 35,3

- de 6°S à 22°S , à l'est de Madagascar, l'eau superficielle sud-équatoriale intéresse une couche d'eau de 80 à 110 mètres d'épaisseur; c'est dans la partie nord de cette zone, de 6°S à 11°S , que l'eau est la moins salée de tout le bassin occidental de l'océan Indien (minimum de $34,5^{\circ}/\text{oo}$ à $34,8^{\circ}/\text{oo}$);

- à l'ouest de Madagascar, l'eau superficielle du canal de Mozambique montre des variations saisonnières de la salinité en particulier, en liaison avec l'alternance d'une saison des pluies (novembre à avril) et d'une saison sèche (mai à octobre);

- vers 22°S se produit le mélange entre l'eau du canal de Mozambique et l'eau tropicale de surface, plus salée ($35,1\%$), provenant du sud.

b) Eaux sub-superficielles : Elles occupent une épaisseur de 100 à 200 m et sont généralement localisées au niveau d'un gradient vertical de température très marqué entre 15°C et 23°C . Elles ont une salinité élevée ($>35,2^{\circ}/\text{oo}$) des teneurs en oxygène minimales (sauf dans l'eau tropicale) et des teneurs en sels nutritifs maximales. A l'équateur, cette couche se trouve à une immersion comprise entre 60 et 150 m et plonge jusqu'à 300 m à 17°S .

- s'étendant au nord de 10°S , l'eau sub-superficielle nord-équatoriale aurait pour origine la mer d'Arabie (Donguy et Piton, 1969),

- de 11°S à 12°S , dans le nord du canal de Mozambique, on trouve l'eau tropicale de l'est de Madagascar, contournant le Cap d'Ambre et débouchant dans le système des masses d'eau du nord du canal de Mozambique,

- de 12°S à 17°S , l'eau nord-équatoriale du nord du canal de Mozambique, à grande stabilité physico-chimique tout au long de l'année (Donguy et Piton, 1969),

- de 19°S à 22°S , transition avec l'eau tropicale,

- on retrouve à l'équateur ce qui pourrait être la trace physico-chimique du contre-courant équatorial sub-superficiel (Taft and Knauss, 1967): éclatement de la thermocline, maximum de salinité correspondant au maximum de vitesse zonale portant à l'est.

Dans le nord de l'océan Indien, citons les eaux du Golfe Persique et de la mer d'Arabie. La première masse d'eau, très salée et de densité élevée, coule vers le sud et l'est, jusqu'à la partie occidentale du golfe du Bengale; elle plongerait jusque vers 350 m de profondeur. L'eau de la mer d'Arabie, probablement formée pendant la mousson de sud-ouest, occupe tout le nord de l'océan Indien: elle est caractérisée par un maximum de salinité et un minimum d'oxygène. L'eau de la Mer Rouge, également très salée, est présente le long des côtes d'Afrique orientale jusqu'au nord de Madagascar.

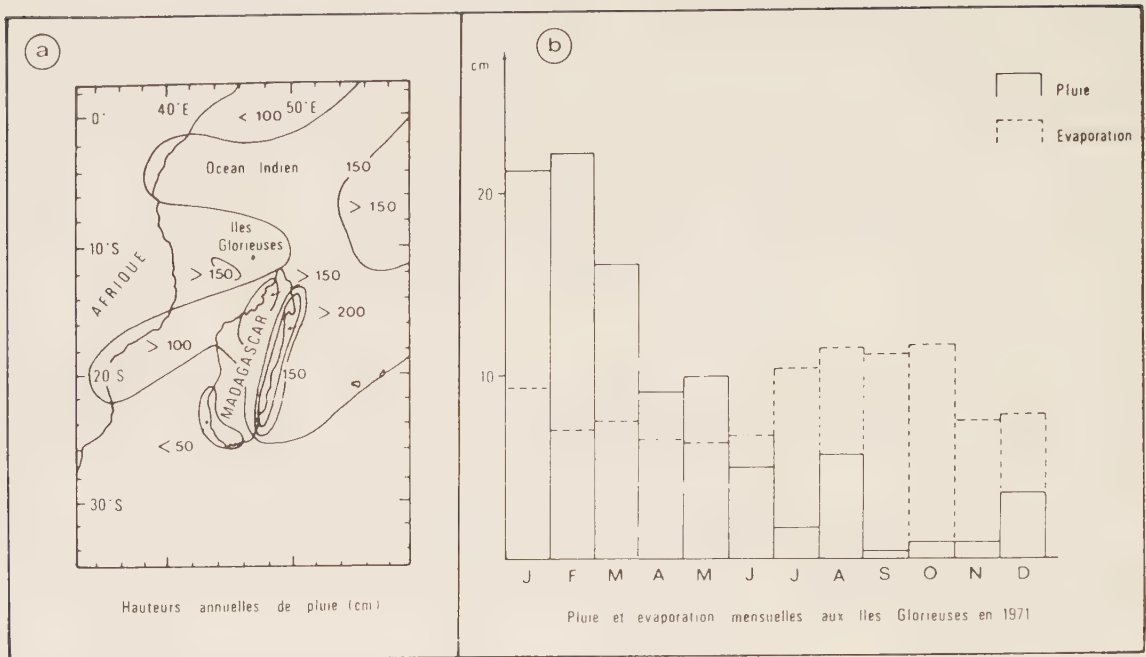


Figure 51. Précipitations dans le sud-ouest de l'océan Indien:
a) carte des isohyètes annuelles (en cm de pluie) sur Madagascar et la côte africaine (d'après Schott, 1935; Stoddart, 1971)
b) relevés pluviométriques et évaporométriques mensuels à la station météorologique des îles Glorieuses (d'après Piton et Magnier, 1975).

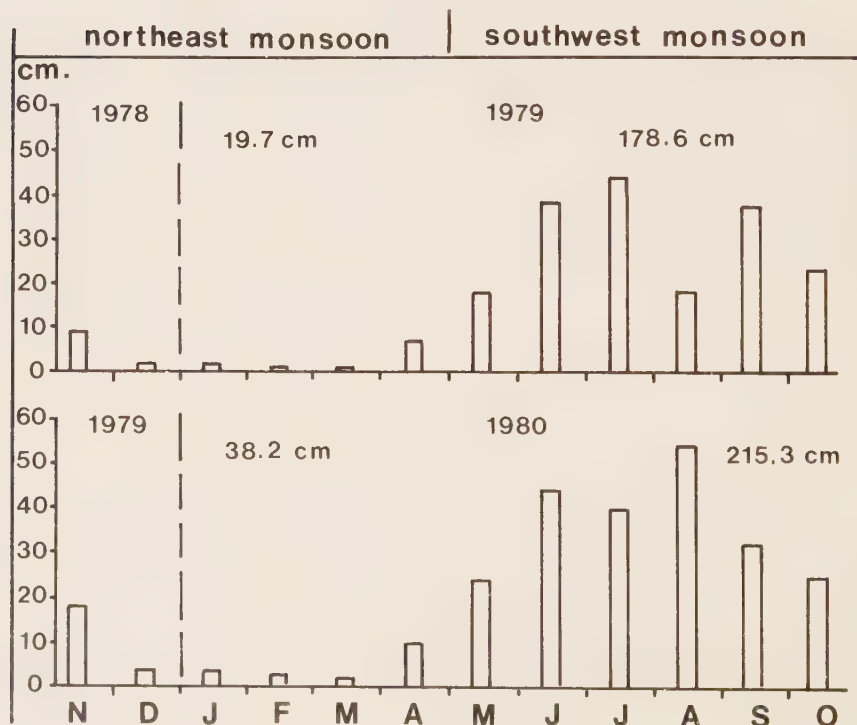


Figure 52. Précipitations mensuelles à la station météorologique de l'aéroport international de Phuket, Thaïlande (d'après Yesaki, 1982).

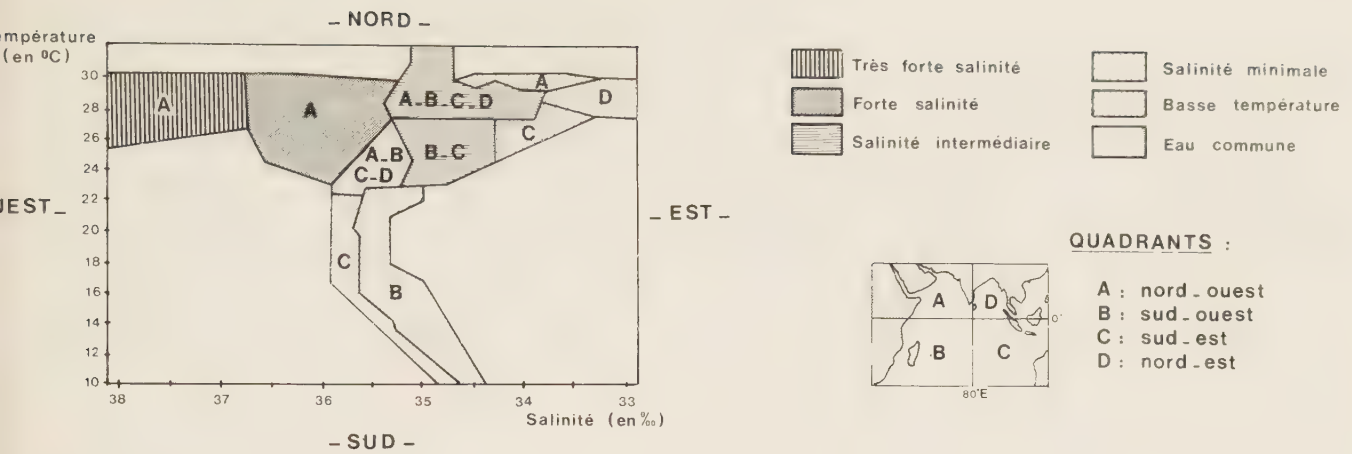
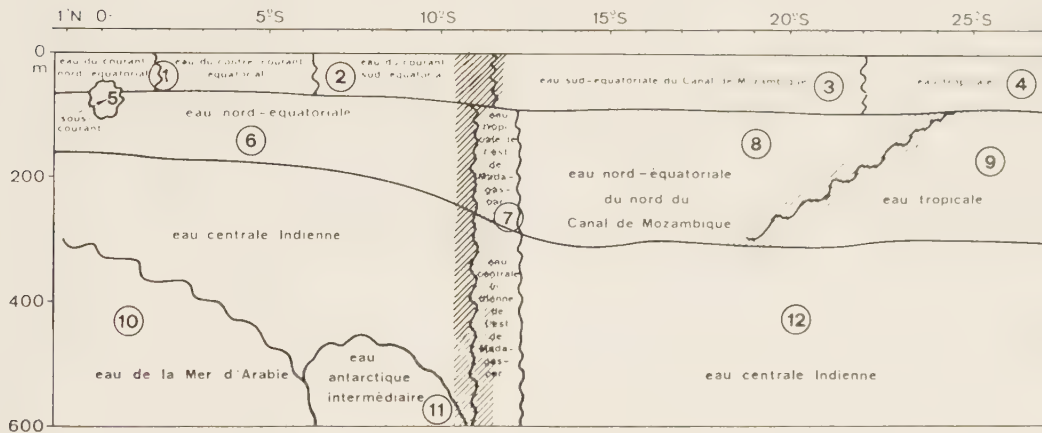


Figure 53. Les différents types d'eau de surface dans l'océan Indien (d'après Pocklington, 1979).
Chaque zone hachurée correspond à l'un des 6 types d'eau identifiés; les lettres réfèrent au quadrant où ces eaux sont trouvées



CARACTERISTIQUES DES MASSES D'EAU :

Zone frontale

- 1) $S = 35,3^{\circ}/_{\infty}$ à $35,5^{\circ}/_{\infty}$
- 2) $S = 34,8^{\circ}/_{\infty}$
- 3) fin de saison sèche: $S = 34,5^{\circ}/_{\infty}$ à $34,7^{\circ}/_{\infty}$
fin de saison humide: $S = 35,0^{\circ}/_{\infty}$ à $35,2^{\circ}/_{\infty}$
- 4) $S = 35,1^{\circ}/_{\infty}$ à $35,5^{\circ}/_{\infty}$
- 5) Maximum de salinité
- 6) $S = 35,25^{\circ}/_{\infty}$; minimum en oxygène dissous: $O_2 < 3 \text{ ml/l}$
- 7) $S = 35,2^{\circ}/_{\infty}$ à $35,5^{\circ}/_{\infty}$
- 8) $S = 35,3^{\circ}/_{\infty}$; minimum en oxygène dissous: $O_2 = 3,4 \text{ ml/l}$
- 9) $S = 35,5^{\circ}/_{\infty}$; maximum en oxygène dissous: $O_2 = 4,6 \text{ ml/l}$
- 10) $S > 35^{\circ}/_{\infty}$; $O_2 < 3 \text{ ml/l}$
- 11) $S < 34,8^{\circ}/_{\infty}$
- 12) $S = 34,8^{\circ}/_{\infty}$ à $35,0^{\circ}/_{\infty}$; au nord: $O_2 = 3,2 \text{ ml/l}$; au sud: $O_2 = 5,2 \text{ ml/l}$

Figure 54. Schéma des masses d'eau dans l'ouest de l'océan Indien et dans le canal de Mozambique en novembre-décembre 1970 (d'après Magnier et Piton, 1973).

2.2.1.2 Courants de surface

L'océan Indien équatorial est particulièrement riche en courants à forte variabilité spatio-temporelle. En effet, on a pu constater des variations inter-annuelles de la force et de la direction des principaux courants, des inversions saisonnières de flux superficiels sous l'influence des vents et la formation de tourbillons de dimensions variables.

Nous allons tout d'abord décrire la circulation générale puis nous tenterons une analyse plus fine des structures présentant des contrastes notoires, en différentes régions de l'océan.

a) Circulation générale (figure 55): de la limite tropicale sud jusqu'au continent asiatique, les courants suivants sont rencontrés :

- le courant sud équatorial (C.S.E.), qui porte vers l'ouest, a fait l'objet d'observations consignées par de nombreux auteurs (Wyrtki, 1962; Hamon, 1965; Wyrtki, 1971, Citeau et al., 1973; Piton et Magnier, 1975; Piton, 1976; Premchand et Sastry, 1976; Andrews, 1977; Fieux et Levy, 1983). Dans l'océan oriental, le C.S.E. s'étend de 9°S à 14°S , et sa vitesse est de l'ordre de 1 noeud. Durant son parcours vers l'ouest, il s'élargit de 10°S à 20°S à 60°E et se divise en 2 branches principales le long de la côte est de Madagascar, par 16°S : la branche sud longe la côte malgache vers le sud; la branche nord double le cap d'Ambre en s'accéléralant (3 à 5 noeuds). D'après Ovchinnikov (1961), le C.S.E., dans le nord de Madagascar, entraînerait une couche d'au moins 300 m d'épaisseur (500 m selon Premchand et Sastry, 1976), sur une largeur de 200 km. L'estimation du transport d'eau par le C.S.E. au cours de l'année serait de $24.10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Piton et Magnier, 1975). Le C.S.E. atteint ensuite la côte est-africaine, au nord du canal de Mozambique, puis se scinde en deux :

- vers le sud où une branche amorce une large boucle anticyclonique dans le bassin nord du canal de Mozambique en même temps qu'il alimenterait en partie le courant de Mozambique s'écoulant vers le sud le long de la côte africaine;

- vers le nord, où il donne naissance au courant côtier est-africain. L'aire d'influence du C.S.E. s'étend vers le nord (de 2°S à 5°S) sous l'action des alizés de SE, de juin à septembre.

- le courant côtier est-africain s'écoule vers le nord, atteint et parfois traverse l'équateur; en mousson de sud-ouest, il est prolongé par le courant de Somalie alors qu'en mousson de nord-est, il rencontre le courant de mousson longeant la côte est-africaine vers le sud. Le point de rencontre varie d'une année à l'autre, et au fil de la saison en fonction de l'intensité de la mousson de nord-est (Donguy, 1974 et 1975).

- le contre-courant équatorial sud (C.C.E.S.) porte à l'est de décembre à avril, entre le C.S.E. et le courant de dérive de mousson de nord-est. C'est donc principalement un courant saisonnier qui correspond à la mousson de nord-est. Son extension en latitude est variable d'une année à l'autre mais également, au cours d'une même saison de présence. A son développement maximal (fin de mousson de nord-est), il peut s'étendre de 2°S à 9°S . Il s'écoule à une vitesse moyenne de 1 à 1,5 noeuds. En décembre et en avril, son transport est voisin de $1.10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Piton et Magnier, 1975). En mousson de sud-ouest, il disparaît; on ne retrouve que des mouvements tourbillonnaires cycloniques qui se développent sur l'équateur entre le C.S.E. et la dérive de mousson de sud-ouest (Piton, 1976).

- Le jet équatorial est exclusivement saisonnier. Il porte à l'est le long de la bande équatoriale; sa vitesse peut atteindre 2 à 3 noeuds et il n'est observable qu'aux inter-moussons (avril-mai et octobre-novembre). Il a été décrit pour la première fois par Wyrski (1973) et depuis, a fait l'objet de nombreuses investigations (Luyten et al., 1981; Reverdin et al., 1983). Il s'écoule en une bande de 500 km de large centrée sur l'équateur. L'apparition de ce courant résulte de vents d'ouest qui soufflent sur l'équateur à la fin des moussons, au cours de la période de transition. La réponse de l'océan est rapide (de l'ordre d'une semaine) et le jet est plus fort dans la partie centrale de l'océan (entre les Maldives et les Chagos) avant de subir, au bout d'un mois, un ralentissement sous l'effet d'ondes se propageant d'est en ouest. Les mesures de courant collectées par Knox (1976) à l'île de Gan (sud des Maldives) montrent bien cette double occurrence annuelle du jet et les fluctuations de sa vitesse.

- Le courant nord-équatorial (C.N.E.), aussi appelé "courant de dérive de mousson de nord-est", coule vers l'ouest et est exclusivement lié à la mousson de nord-est. Il intéresse en grande partie l'hémisphère nord; il s'étend jusqu'à 2°S en été austral. Des observations ponctuelles (Marsac et Hallier, 1985) ont permis de le déceler à partir de 2°N, par 55°E, en novembre 1984, avant son extension vers le sud. Le C.N.E. formerait de larges tourbillons de l'ordre de 200 km de diamètre, décelés au sud de la mer d'Arabie (Koshlyakov et al., 1970).

- Le courant de Somalie constitue l'évènement le plus prononcé et le plus spectaculaire de la réponse cyclique de l'océan au forçage de la mousson de sud-ouest. Rappelons que le jet atmosphérique de Somalie souffle de 35 à 40 noeuds de juillet à septembre. La circulation qu'il entraîne le long des côtes provoque des effets observés nulle part ailleurs avec autant d'intensité (sauf exceptionnellement le long des côtes du Brésil). Le transport d'au intéresse une couche de 200 m d'épaisseur et peut être estimé de 40.10^6 à $50.10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Swallow et Bruce, 1966), à une vitesse pouvant atteindre 7,4 noeuds par 4°S (Duing et al., 1980). Il est associé à un fort upwelling côtier que nous discuterons ultérieurement.

Examinant une série historique concernant les mois de mai et juin, de 1900 à 1973, Swallow et Fieux (1982) ont montré l'existence de deux tourbillons anticycloniques associés au courant de Somalie (figure 56).

Le tourbillon sud montre de grandes variations d'intensité d'une année à l'autre; il est centré sur l'équateur, à l'ouest de 50°E. Le tourbillon nord s'étend de 4°N à 9°N, à l'est de 50°E. A la fin de la mousson de sud-ouest, le tourbillon nord persiste et sa trace peut être discernable jusque pendant la mousson de nord-est suivante: le volume du transport vers l'est décroît de $26.10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en octobre à $7.10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en décembre (Bruce et al., 1981).

En mousson de nord-est, le flux s'oriente vers le sud, le long de la côte somalienne; on assiste donc à une inversion complète du transport qui modifie totalement la physionomie hydrologique de cette région, en particulier, l'apport d'eau chaude vers la côte à l'emplacement même de l'upwelling d'été boréal.

- A l'équateur, des profils verticaux de courants ont montré l'existence d'un sous-courant portant à l'est, n'apparaissant qu'à la fin de la mousson de nord-est (Taft et Knauss, 1967; Swallow, 1969). Nous le signalons car il occupe une tranche d'eau accessible aux engins de pêche de surface (sennes) entre 50 et 120 m de profondeur. Il semble que sa variabilité soit très grande d'une année à l'autre, car son existence serait principalement liée aux vents ayant soufflé les mois précédents au niveau de l'équateur (Cane, 1980; Knox, 1976). Les profils verticaux montrent plus en profondeur une succession de jets zonaux de directions opposées. Ces jets de subsurface, de 2°N à 2°S, sont plus puissants et leur influence est plus étalée dans le temps dans l'ouest de l'océan que dans le centre ou l'est.

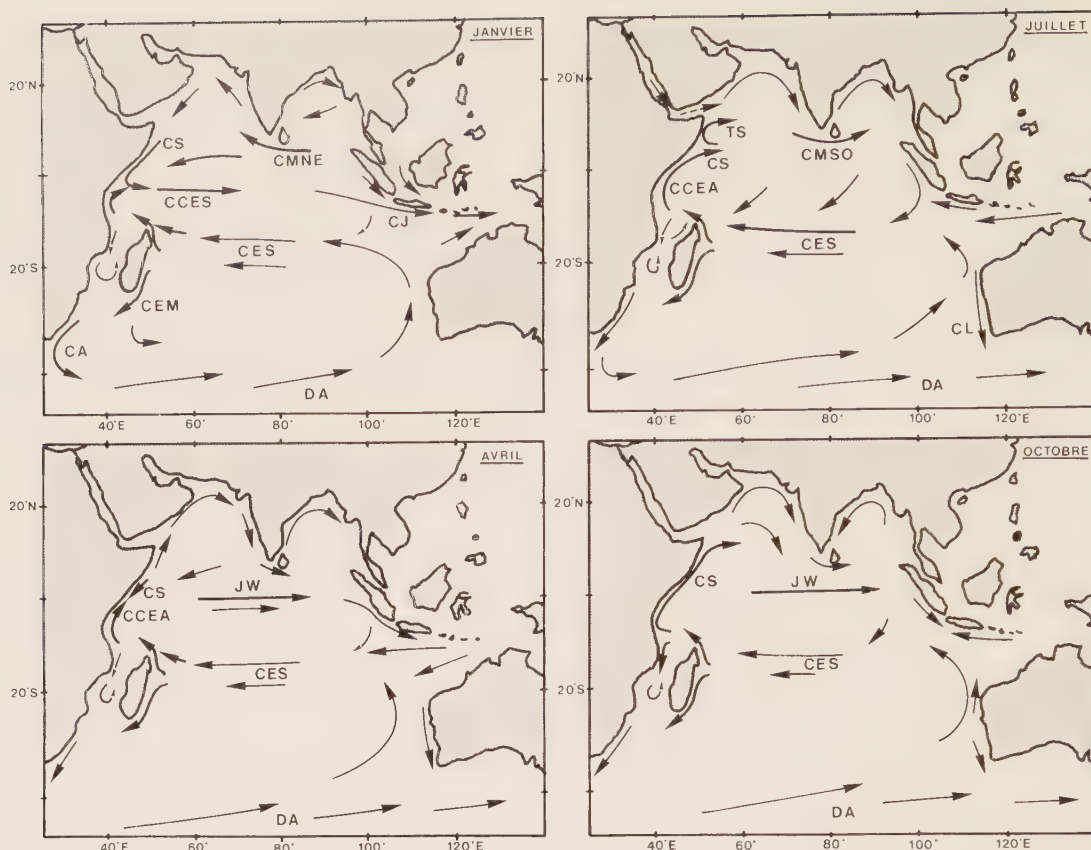


Figure 55. Courants de surface en janvier, avril, juillet et octobre (d'après Fieux, 1985).

LEGENDE :

- CS : courant de Somalie
- TS : tourbillon de Somalie
- CMNE : courant de dérive de mousson de nord-est
- CMSO : courant de dérive de mousson de sud-ouest
- CCES : contre courant équatorial sud
- CCEA : courant côtier est africain
- CES : courant équatorial sud
- JW : jet équatorial de Wyrski
- CJ : courant de Java
- CEM : courant est Malgache
- CA : courant des Aiguilles
- CL : courant de Leuwin
- DA : dérive Antarctique

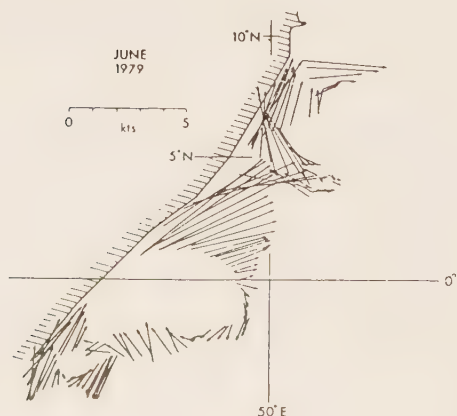


Figure 56. Courants de surface mesurés par le R.M.S. Discovery dans le bassin de Somalie en juin 1979. La flèche est centrée sur le lieu d'observation (d'après Swallow et Fieux, 1982).

Pour le bassin occidental, la circulation générale est résumée à la figure 57.

b) Structures régionales

Nous allons surtout considérer les phénomènes d'enrichissement liés à la dynamique des couches superficielles que nous venons de décrire. Nous passerons successivement en revue le canal de Mozambique, la région des Seychelles, la région somalienne, la mer d'Arabie, le golfe du Bengale, l'ouest de Sumatra et le nord-ouest australien.

- Le canal de Mozambique

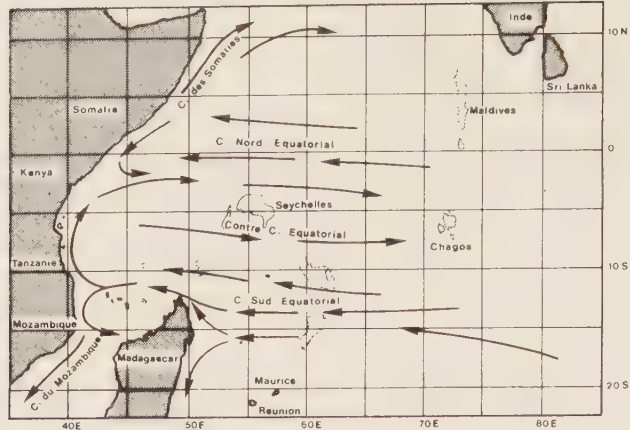
La circulation y est fortement influencée par la topographie sous-marine. L'atlas de Piton et al. (1981) décrit bien la boucle anticyclonique dans le bassin nord, associée à une convergence en son centre. L'épaisseur moyenne de la couche homogène atteint 100 m de juillet à septembre, au cours de la saison fraîche pendant la mousson d'été boréal; l'isotherme 20°C se situe alors vers 180-200 m de profondeur. Dans le bassin sud du canal, des variations de courant avaient été constatées; récemment, Saetre et Da Silva (1984) y ont trouvé un tourbillon convergent. Vers 16°S - 18°S , une circulation de sens inverse (cyclonique) séparerait ces deux tourbillons en période d'été austral (figure 58a). En hiver austral, le tourbillon nord s'étendrait en une langue vers le bassin sud, la circulation cyclonique citée précédemment disparaissant alors (figure 58b). Des remontées d'eau de subsurface ont été observées à l'ouest de la Grande Comore, à l'ouest du cap d'Ambre (Madagascar), au niveau du cap Delgado (Mozambique) et à Juan de Nova, conduisant à des enrichissements localisés en sels nutritifs des eaux de surface (Piton et Poulain, 1974). Menache (1961) a aussi mis en évidence des remontées d'eau dans le sud du canal de Mozambique, vers 25°S et 40°E . Enfin, la zone s'étendant devant Fort-Dauphin (Madagascar) est également favorable à la présence d'upwelling (Piton et Magnier, 1973).

- La région des Seychelles

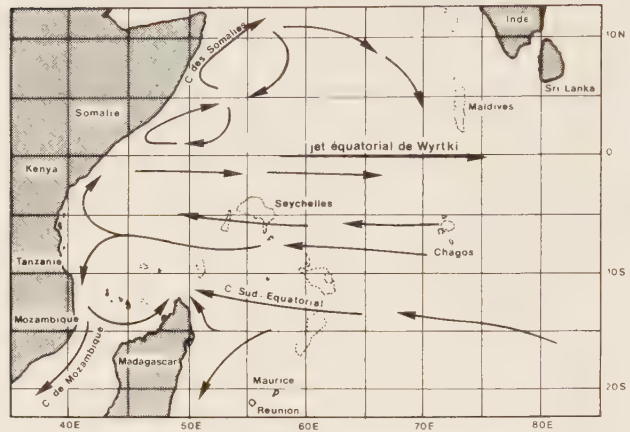
C'est une région hydrologiquement contrastée. Le banc des Seychelles et les bancs voisins sont situés dans la bande d'alternance des moussons. Ils représentent 1500 km d'accres et peuvent être traversés par le courant sud-équatorial et le contre-courant équatorial sud. Les effets topographiques causés par les bancs provoquent des modifications saisonnières de la couche de surface. Des remontées d'eaux de subsurface ont été décelées par Piton (1976) dans le sud-est du banc de Mahé en avril-mai 1974, c'est-à-dire en fin de mousson de nord-est lorsque le contre-courant équatorial sud est bien établi. On se trouve dans une situation typique de "sillage d'île". En mousson de sud-ouest (vents de sud-est sur la zone des Seychelles), certains indices permettraient de penser qu'un phénomène similaire se produit sur les accres ouest des bancs de Saya de Malha, de 8°S à 11°S et de 59°E à 60°E .

Dans le domaine océanique, deux caractéristiques majeures de la région doivent être signalées : la divergence au sud, entre C.S.E. et C.C.E.S, et la convergence au nord, entre C.C.E.S. et C.N.E.

La divergence est provoquée par la juxtaposition de deux courants de directions opposées, l'un dirigé vers l'ouest (C.S.E.), l'autre vers l'est (C.C.E.S.). En fait, on ne parvient pas à une véritable situation d'upwelling, qui ferait apparaître des taches froides en surface. Au mieux, un refroidissement relatif peut être observé comme en janvier 1982 (Marsac, 1983); plus couramment, la couche homogène chaude est réduite (20 m à 30 m d'épaisseur) et la thermocline, très marquée, forme un dôme : le gradient thermique vertical y dépasse $4^{\circ}\text{C}/10\text{ m}$ (figures 59 et 60).



- Novembre a mars -



- Juin à septembre -

Figure 57. Courants de surface dans l'océan Indien occidental (modifié d'après Stéquert et Marsac, 1984).

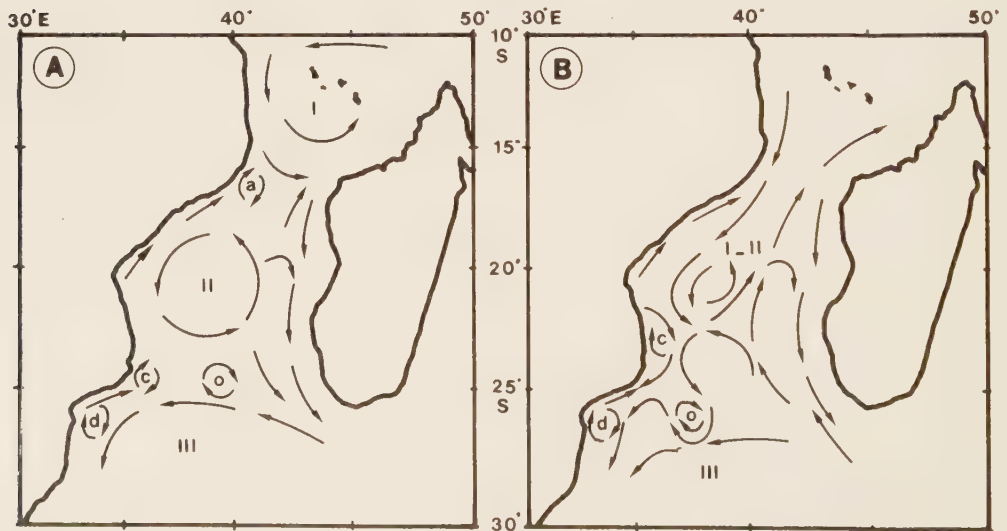


Figure 58. Circulation superficielle dans le canal de Mozambique:
a) en été
b) en hiver austral
(d'après Saetre et Da Silva, 1984).

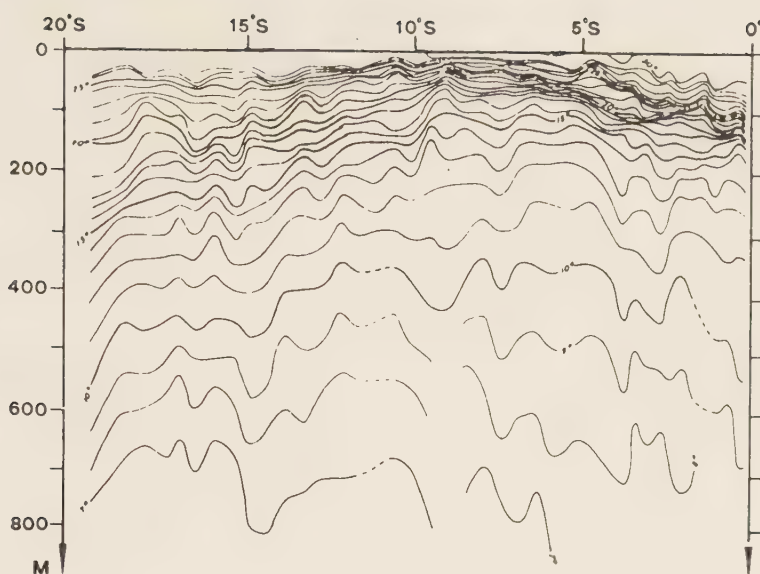


Figure 59. Coupe orientée nord-sud dans le courant sud-équatorial et le contre-courant, entre 50°E et 55°E en mai 1981 (d'après Fieux et Levy, 1983).

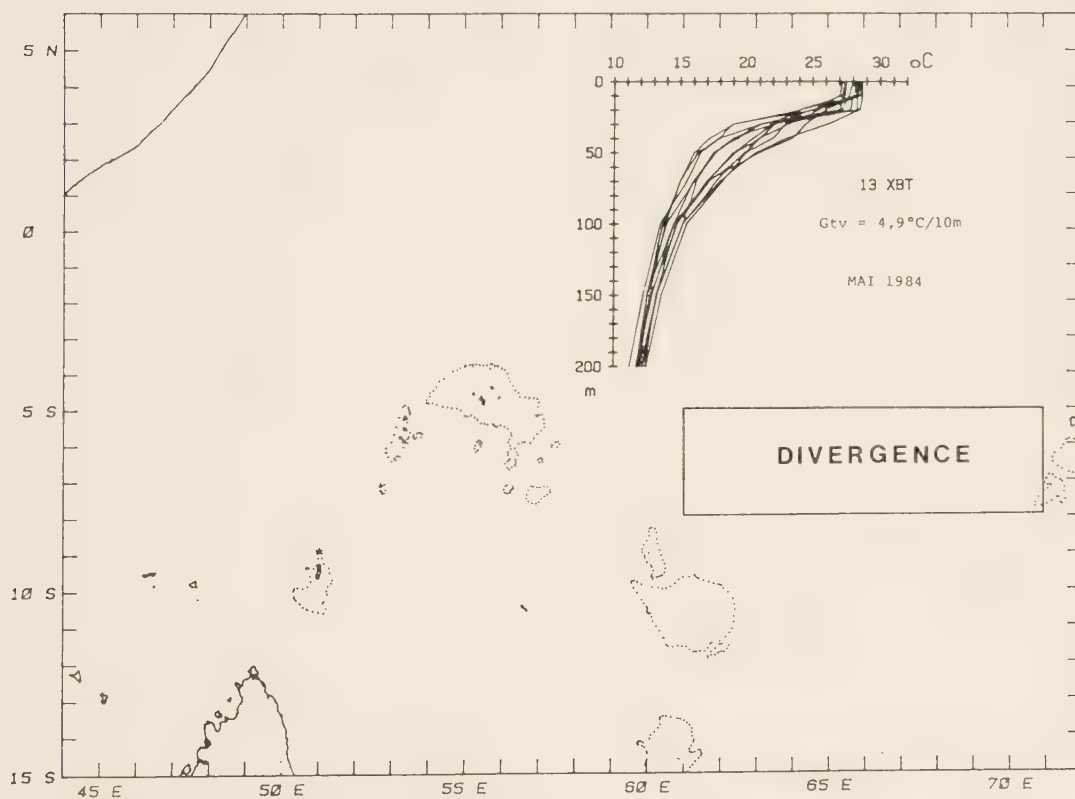


Figure 60. Profils thermiques verticaux obtenus en mai 1984 sur la divergence au sud-est des Seychelles. Gtv = gradient thermique vertical (d'après Marsac et Hallier, 1985).

La position de cette divergence varie d'une année à l'autre, en fonction de l'intensité de la mousson de nord-est (vents de nord-ouest au niveau des Seychelles), et au sein d'une même saison. En avril-mai 1984, Marsac et Hallier (1985) la situaient vers 6°S - 7°S . En mai 1983, Potier et Marsac (1984) l'avaient localisée par 8°S au sud des Seychelles et par 7°S aux Chagos; en avril 1983, c'est également par 8°S qu'elle avait été constatée, vers 55°E , alors qu'en mai 1981, au cours de la campagne SINODE 5, elle avait une position plus méridionale, par 9°S (Fieux et Kartavtseff, 1985). D'après ces observations, on peut considérer que la divergence évolue dans la bande 6°S - 9°S .

La convergence est située au nord des Seychelles. Elle est caractérisée par un épaississement notoire de la couche homogène. En février 1982, la thermocline se situait vers 100 m de profondeur avec un gradient thermique vertical dépassant $4^{\circ}\text{C}/10\text{ m}$ (Marsac et al., 1983). Les convergences sont les lieux de concentration de proies intéressant les niveaux tropiques les plus élevés et de débris flottants divers jouant un rôle aggrégatif auprès des thons (cet aspect sera examiné plus loin). D'où le grand intérêt de connaître les périodes et lieux de rencontre des courants superficiels ainsi que la durée de vie de ces structures. La convergence entre C.C.E.S. et C.N.E. se produit au cours de la mousson de nord-est vers 2°S . Cependant, dans les cas assez rares de forte mousson de nord-est (avril 1972, année exceptionnelle en ce sens), cette convergence peut se trouver décalée vers le sud, jusqu'aux accores des plateaux de Mahé, par 4°S - 5°S (Piton, 1976).

- La région somalienne

Cette région est sujette à une réponse très rapide de l'océan aux variations climatiques saisonnières. Le phénomène le plus spectaculaire est l'apparition d'un puissant courant côtier, vers mai-juin, qui dévie ensuite vers le large en créant deux tourbillons, l'un au nord du bassin, l'autre au sud. L'upwelling côtier est rapidement observable, peu après le début de la mousson de sud-ouest. La structure thermique superficielle est radicalement modifiée d'une semaine à l'autre, ce qui apparaît nettement sur les cartes satellites hebdomadaires de la figure 61 : nous avons représenté la dernière semaine précédant la naissance de l'upwelling et les deux premières semaines de son activité. Les températures décroissent de 3°C à la côte; ce phénomène apparaît généralement au cours des 3 premières semaines de juin et persiste jusqu'en septembre. En 1979, les cartes dressées par Brown et al. (1980) montrent deux pôles de refroidissement correspondant chacun à une déviation du courant vers le large, vers 4°N et 8°N (figure 62), ce que Swallow et Fieux (1982) ont souvent observé à ces positions. Les températures les plus basses sont atteintes dans la partie nord de la Somalie: 17°C en 1979, $13,2^{\circ}\text{C}$ en 1964, températures généralement trouvées entre 100 et 200 m de profondeur.

Au niveau des tourbillons se produit une convergence : la thermocline se trouve repoussée en moyenne jusque vers 150 m de profondeur vers 9°N - 10°N et autour de 100 m dans le tourbillon sud (figure 63). Cette épaisse couche homogène est présente tout au long de la mousson de sud-ouest, jusqu'au début de la mousson de nord-est suivante (décembre).

L'inversion du courant de Somalie, sous l'effet de la mousson de nord-est provoque une accumulation d'eau à la côte.

- La mer d'Arabie

De mai à septembre, le courant longe les côtes d'Arabie et boucle au fond de la mer d'Arabie, le long des côtes du Pakistan. Cette dynamique induit un upwelling le long d'Oman (figure 64), dont l'effet se fait sentir jusqu'à une distance variant de 200 à 400 km de la côte, tandis que la zone intéressée par le refroidissement relatif au sud du Pakistan est moins étendue. Ces deux upwelling sont moins intenses que celui de Somalie

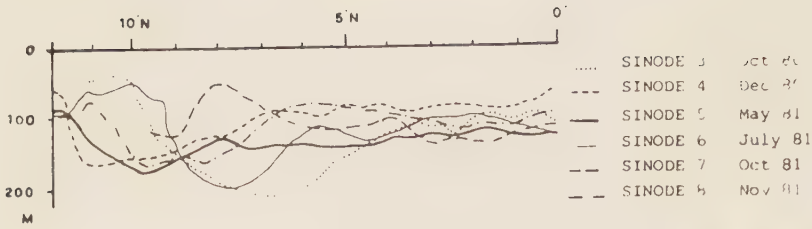


Figure 63. Variation de profondeur de l'isotherme 20°C (situé au milieu de la thermocline) de 0° à 12°N dans le bassin de Somalie (d'après Fieux et Levy, 1983).

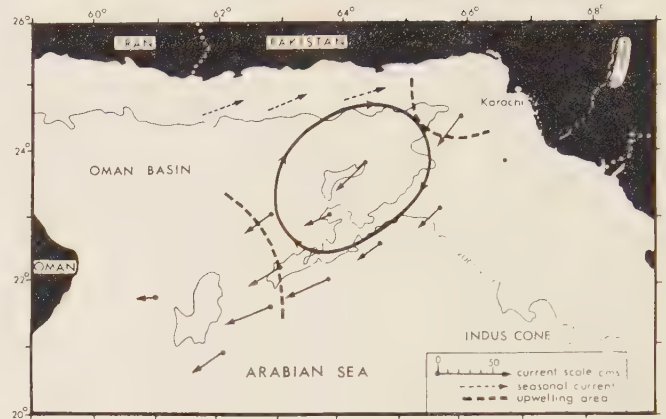
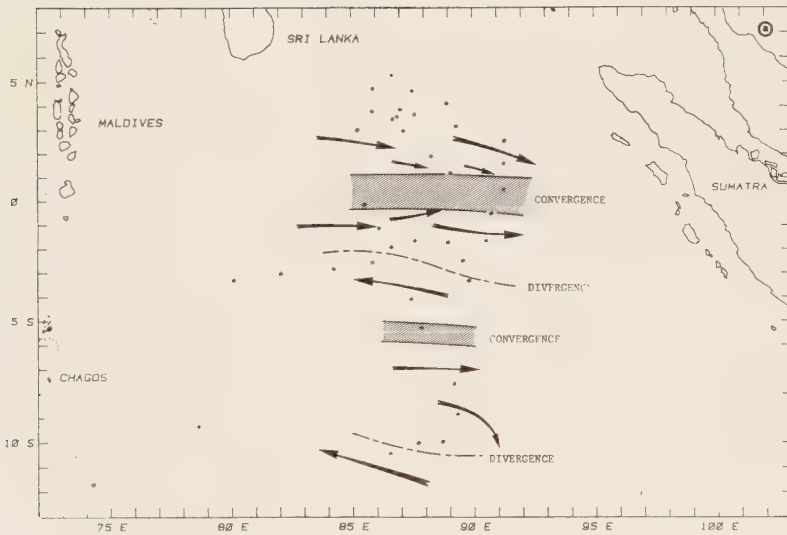
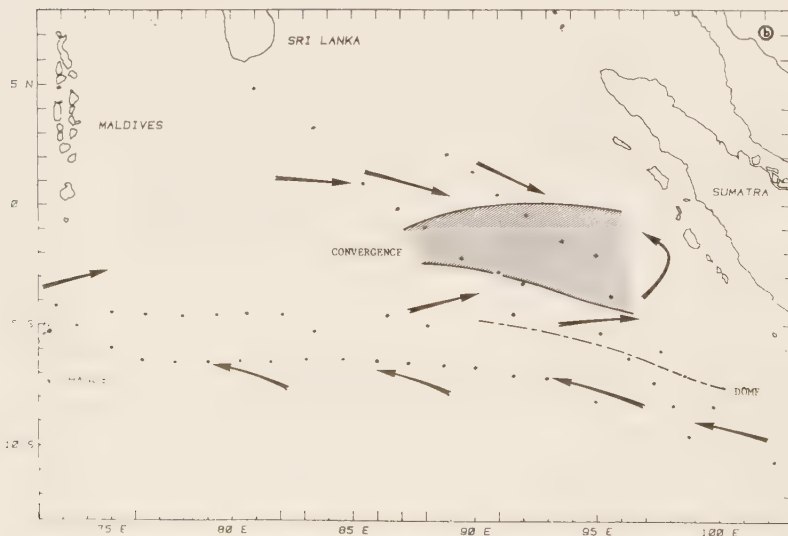


Figure 64. Courant à l'immersion 20 m et position du tourbillon convergent (d'après Quraishie, 1984).



A)



B)

Figure 65. Situation hydrologique générale rencontrée en juillet (A) et en août (B) à l'ouest de Sumatra (d'après Marsac et Stéguet, 1984).

(Smith et Botterim, 1977). Néanmoins, Swallow (1984) fait remarquer que la situation observée en mer d'Arabie, à savoir un upwelling s'étendant très au large et des courants modérés, serait à priori plus favorable au développement d'une production biologique qu'au niveau de la Somalie. Entre ces deux zones de remontées d'eau (Oman et Pakistan) se tiendrait un tourbillon convergent avec une thermocline vers 80 m de profondeur.

Dans la région de Minicoy (8°N - 73°E), Rao et Jayaraman (1966) ont signalé la présence d'un upwelling probablement causé par une divergence de courants à proximité de l'île, en novembre.

Le long de la côte sud-ouest de l'Inde, Banse (1959) a pu observer un upwelling se déclenchant avec la mousson de sud-ouest et dont l'activité maximale serait atteinte en juillet-août.

- Le golfe du Bengale

Sur la côte orientale de l'Inde, principalement sur la côte de Waltaïr (16°N à 17°N), un upwelling se met en place de janvier à juillet, période au cours de laquelle un courant côtier porte au nord-est. Ces observations ont été reportées par Lafond (1954) et Varadachari (1956). Un phénomène inverse, c'est-à-dire une accumulation d'eau de surface à la côte, prévaut de septembre à décembre alors que le courant porte au sud-ouest. Un autre upwelling, beaucoup plus faible que celui décrit plus haut, apparaît avant la mousson d'été devant Madras (13°N), au sud-est de l'Inde (Murty et Varadachari, 1968).

Yesaki (1982) mentionne une remontée d'eau froide dans la mer d'Andaman, le long de la côte ouest de Thaïlande, lorsque le vent souffle de l'est, de décembre à avril. L'eau froide n'atteignant pas la surface, il en résulte une forte stratification de la colonne d'eau (différence de 9°C entre la surface et 100 m de profondeur). Lorsque les vents soufflent de l'ouest, à partir de juillet, l'eau chaude du large afflue à la côte : la variation de température entre la surface et 100 m de profondeur n'est plus que de 3°C .

- L'ouest de Sumatra

Un épaississement graduel de la couche homogène est constaté lorsque l'on se déplace de 80°E à 100°E le long de l'équateur. Etant donné que les courants portant à l'est ne sont bien développés dans la région équatoriale qu'aux inter-moussons, c'est au cours de celles-ci et dans les deux mois qui suivent que les profondeurs maximales de la thermocline ont pu être observées (Wyrtki, 1971) : en mai-juin, elle dépasse 100 m de profondeur sur une large surface (2°N à 2°S - 80°E à 100°E); en novembre-décembre, c'est au bord de la côte ouest de Sumatra que l'enfoncement de la thermocline est marquée. Au niveau de cette dépression, le gradient thermique vertical dépasse $5^{\circ}\text{C}/10$ m de mai à août.

Des observations faites par Marsac et Stéquent (1984) ont permis de bien délimiter la convergence au cours de la mousson de sud-ouest 1984 (figures 65 à 69). En juillet, une première convergence était formée sur l'équateur puis une autre par 5°S ; elles étaient séparées par une divergence observée à $2^{\circ}30'\text{S}$. En août, on ne retrouvait plus qu'une convergence très étendue, centrée sur 2°S . Pour ces deux mois, la thermocline se situait autour de 100 m de profondeur et la stratification était intense (gradient thermique vertical dans la thermocline dépassant $8^{\circ}\text{C}/10$ m).

- La côte nord-ouest de l'Australie

Dans cette région, naissent deux courants, le courant de Leuwin qui longe la côte vers le sud et quitte rapidement la zone tropicale d'une part, le courant sud-équatorial d'autre part. Des largages intensifs de

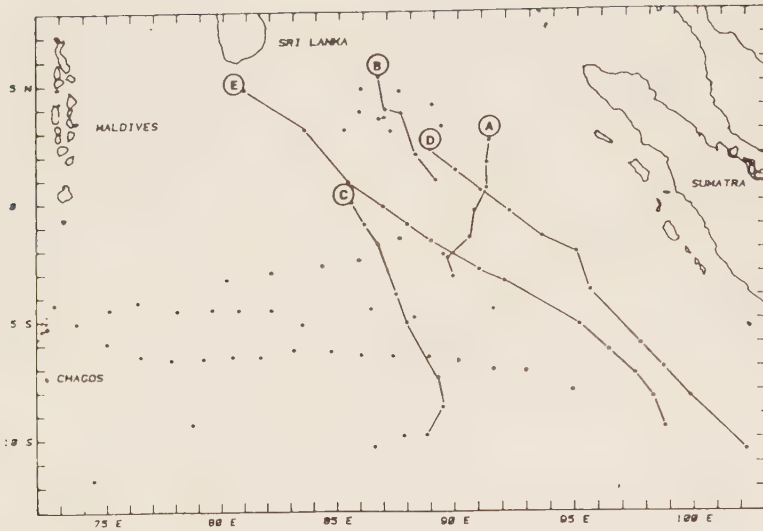


Figure 66. Localisation des coupes bathythermiques (A, B, C: juillet 1984; D, E: août 1984) et position des lanceurs XBT (d'après Marsac et Stéquert, 1984).

Figure 67. Coupe bathythermique réalisée sur la radiale A, du 8 au 12 juillet 1984 (d'après Marsac et Stéquert, 1984).

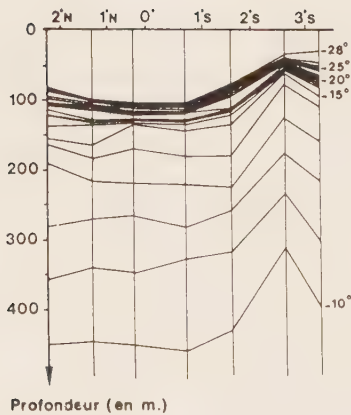
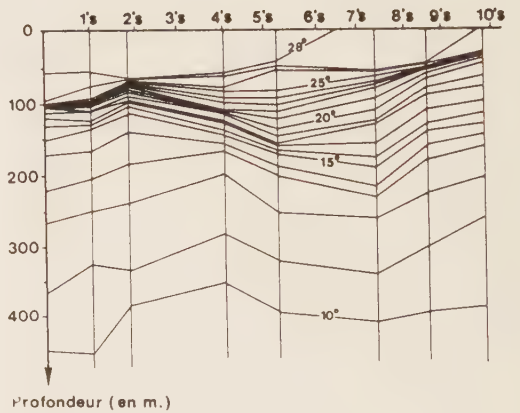


Figure 68. Coupe bathythermique réalisée sur la radiale C, du 7 au 27 juillet 1984 (d'après Marsac et Stéquert, 1984)

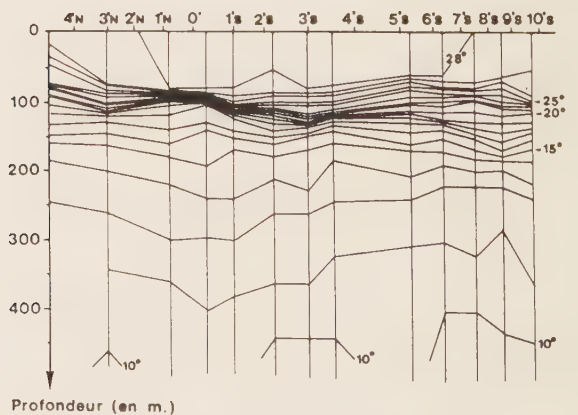


Figure 69. Coupe bathythermique réalisée sur la radiale E, du 7 au 17 août 1984 (d'après Marsac et Stéquert, 1984).

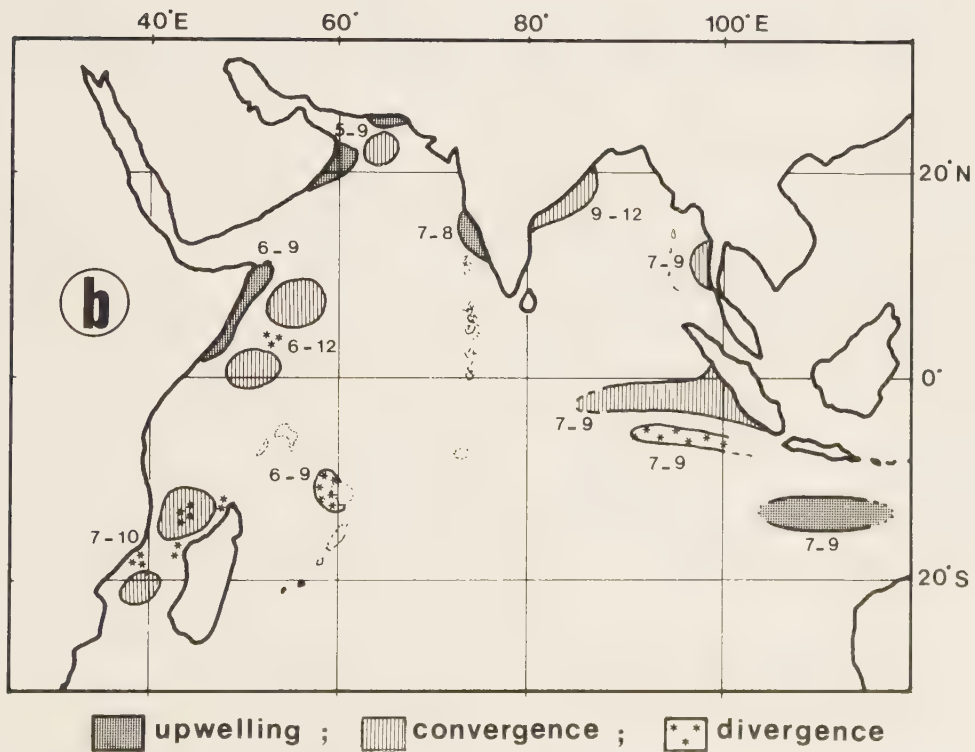
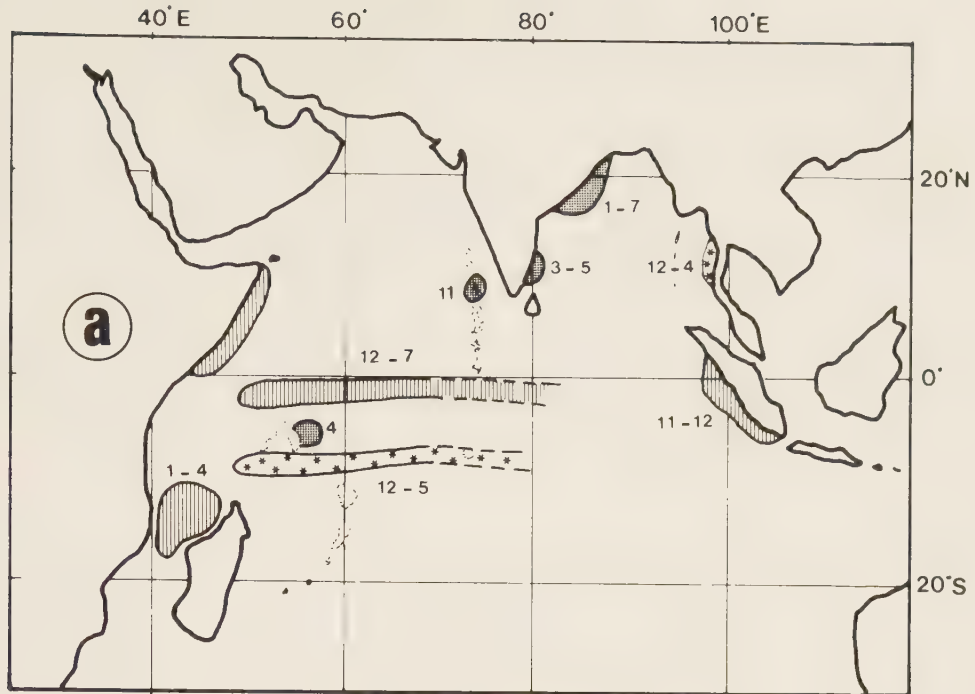


Figure 70. Carte synthétique des zones de convergence, de divergence et d'upwelling:
a) mousson de nord-est; b) mousson de sud-ouest.

bouées dérivantes dans le cadre du programme internationale TOGA (Tropical Ocean and Global Atmosphere) montrent une dérive générale vers l'ouest, le courant arrivant probablement du nord, à travers l'archipel indonésien, avant d'être infléchi vers l'ouest par le continent australien (Cresswell, 1985).

Des observations effectuées par les équipes australiennes le long de 110°E à l'occasion de l'Expédition Internationale de l'océan Indien ont précisé la position d'un upwelling, par 12°S (entre l'Australie et les îles de la Sonde), pendant l'hiver austral. Il s'agit de la variation saisonnière la plus marquée de cette région qui présente, dans son ensemble, un régime hydrologique relativement constant (Highley, 1968).

Une cartographie synthétique des zones de convergence, de divergence (remontées profondes n'atteignant pas la surface) et d'upwelling de l'océan Indien tropical est donné sur la figure 70.

2.2.2 Température de surface

2.2.2.1 Situation générale et évolution

Les cartes de l'Atlas d'Hastenrath et Lamb (1979) montrent (figure 71) que la température de surface est homogène sur une large portion de l'océan Indien tropical, tout particulièrement pendant la mousson de nord-est. Près de l'équateur, les températures dépassent généralement 28°C. Deux régions, la côte somalienne et la côte sud d'Oman, sont sujettes à des refroidissements notoires par upwelling qui créent des fronts thermiques à la zone de contact avec les eaux chaudes environnantes. Apparaissant en juin, ils persistent jusqu'en août en Oman et jusqu'en septembre en Somalie. Ils sont suffisamment puissants et réguliers d'une année à l'autre pour pouvoir apparaître sur des cartes compilant 60 années d'observations. D'autres refroidissements peuvent survenir par échanges thermiques avec l'atmosphère. En mousson de nord-est, l'équateur thermique se situe de 5°S à 15°S et remonte de 0° à 10°N en mousson de sud-ouest.

L'examen de la température de surface sur une base temporelle plus petite, la semaine par exemple, laisse apparaître une grande mobilité de certaines structures. De janvier à avril, de l'équateur à Madagascar, on peut ainsi observer des extensions rapides de lentilles d'eau chaude (>29°C) qui créent de petits fronts thermiques à leur périphérie. Cependant, la fugacité de ces structures et les hautes températures qui y sont associées devraient les rendre incapables d'amorcer une chaîne trophique. De juin à septembre, en liaison avec l'upwelling somalien et le refroidissement hivernal qui affecte l'hémisphère sud, des structures frontales apparaissent régulièrement de 5°S à 5°N au nord des Seychelles (55°E) et, avec une variabilité inter-annuelle plus importante, de 5°S à 10°S entre 65°E et 75°E. Ces structures intéressent des températures variant de 25°C à 27°C et constituent la limite entre un "pool" d'eau chaude (28°C à 30°C) centré à cette saison de 0° à 5°N et des eaux plus froides bordant la côte est-africaine ou d'origine sub-tropicale (Marsac, 1983).

2.2.2.2 Variations saisonnières de température dans l'océan Indien occidental

Une analyse préliminaire de l'évolution thermique de différents secteurs du bassin ouest de l'océan Indien a été entreprise sur la base des cartes hebdomadaires produites à partir de données satellitaires dans le cadre du programme GOSSTCOMP. Conduite sur les années 1979, 1980 et 1981, elle sera bientôt étendue par le traitement de la série 1982-1985. Les évolutions thermiques similaires de zones unitaires de 2° de latitude sur 5° de longitude ont été regroupées et ont permis d'établir une première

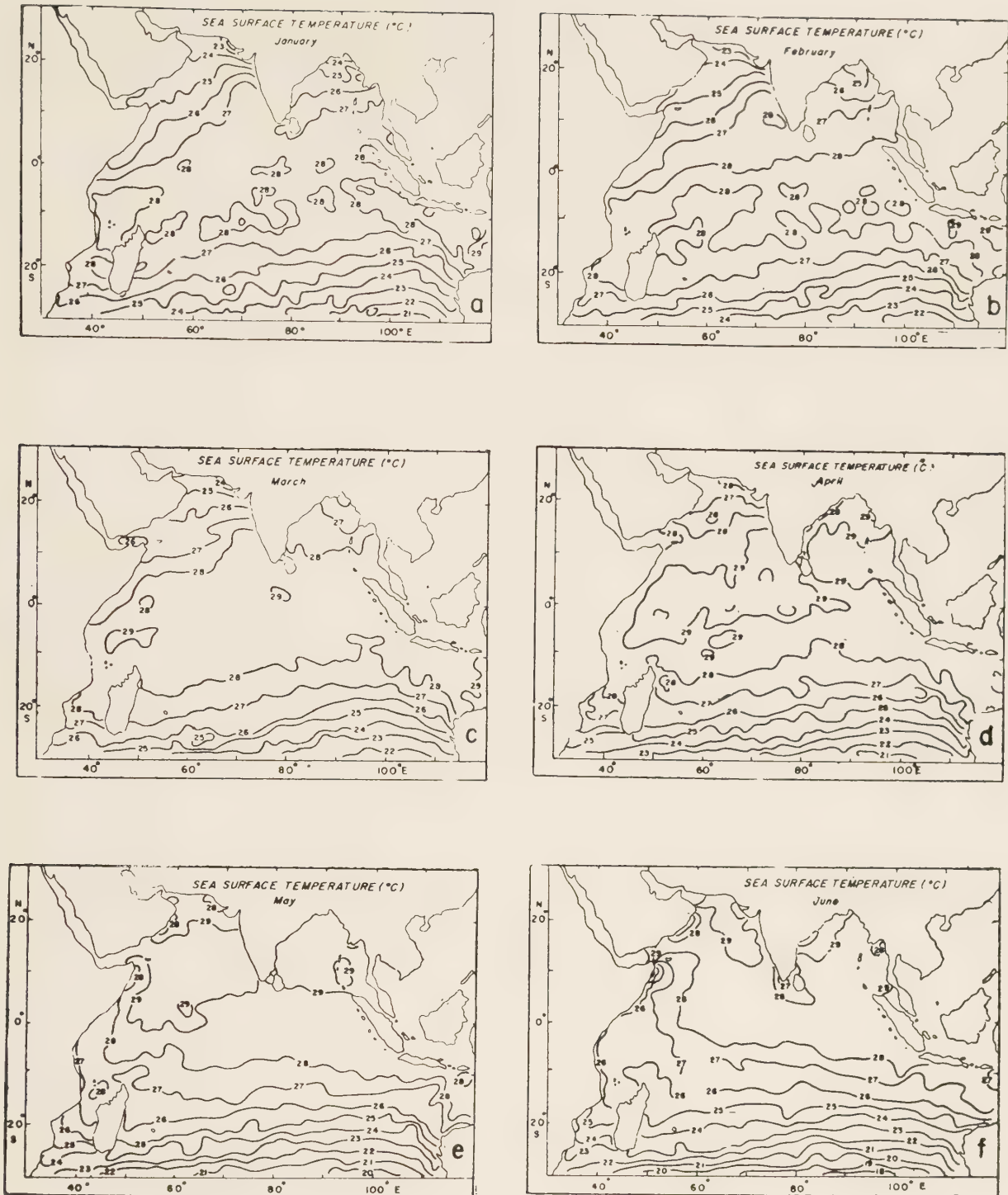


Figure 71. Distribution mensuelle de la température de surface (d'après Hastenrath et Lamb, 1979).

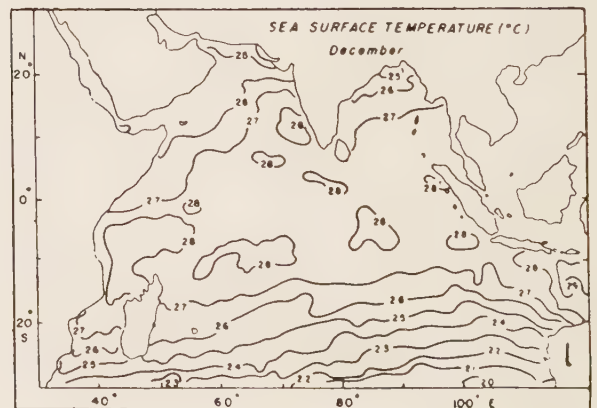
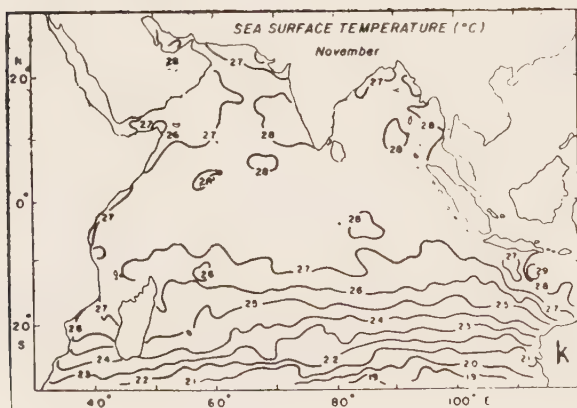
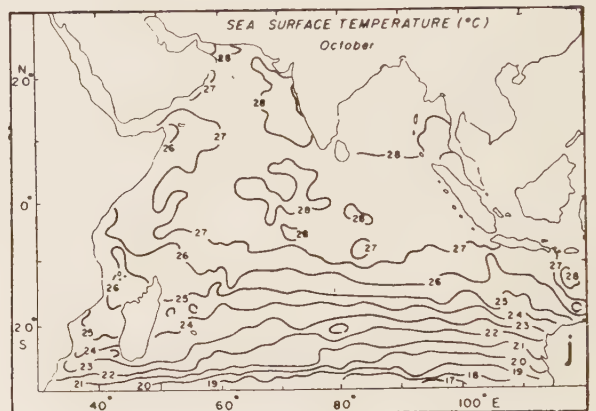
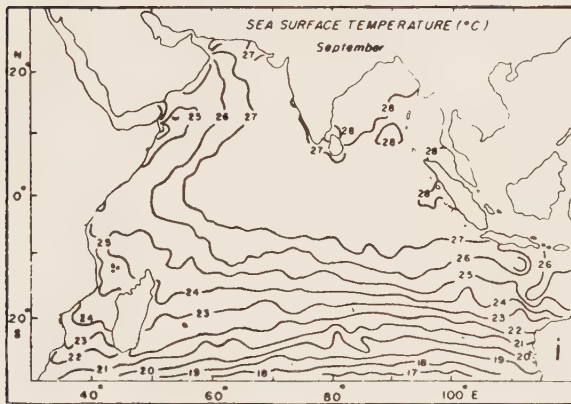
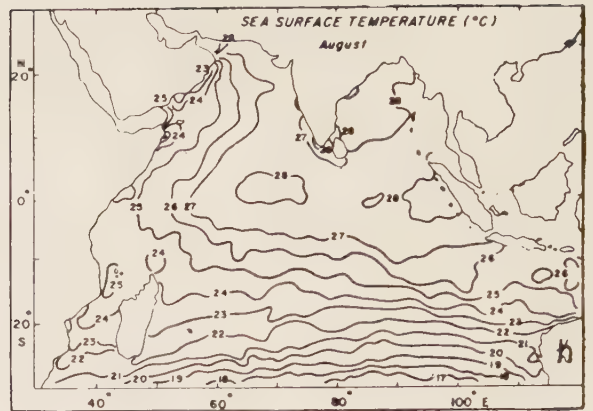
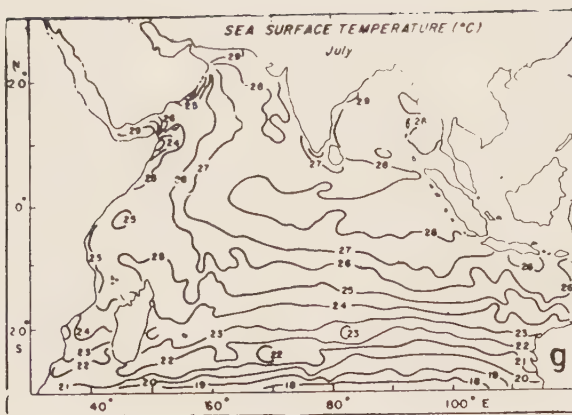


Figure 71. (suite) Distribution mensuelle de la température de surface (d'après Hastenrath et Lamb, 1979).

cartographie de l'évolution thermique type de la région océanique comprise entre 6°N - 14°S et 40°E - 75°E . Sept secteurs caractéristiques ont été définis (figure 72).

La figure 73 montre que l'amplitude thermique annuelle décroît des secteurs côtiers (1 et 4) vers les secteurs du large (2,3 et 6). Les températures les plus hautes sont du même ordre dans tous les secteurs: $28,5^{\circ}\text{C}$ à 29°C . En revanche, les températures les plus basses se situent près du continent africain ($<23^{\circ}\text{C}$ le long des côtes tanzaniennes). Les eaux situées au centre du bassin ouest de l'océan (secteurs 2,3 et 6) restent chaudes toute l'année. Les eaux les plus méridionales (secteurs 4, 5 et 7) atteignent leur maximum thermique de janvier à mai et leur minimum en août.

Le secteur 1 est affecté par deux refroidissements (double cycle refroidissement-réchauffement). En août, ce refroidissement serait lié à la fois au mélange causé par le vent et à la dispersion des eaux de l'upwelling en action au nord de ce secteur.

2.2.3 Salinité de surface

La salinité de surface est un traceur intéressant différenciant des eaux d'origines différentes (voir paragraphe 2.2.1.1). La distribution bimensuelle moyenne de la salinité est présentée sur la figure 74, d'après l'Atlas de Wyrski (1971).

C'est la partie boréale de l'océan qui présente les discontinuités halines les plus fortes. La mer d'Arabie renferme des eaux très salées (de $35,5^{\circ}/\text{oo}$ à plus de $36,6^{\circ}/\text{oo}$, gradient croissant vers le nord), dues à un excédent de l'évaporation sur les précipitations; en revanche, les eaux du golfe du Bengale, où la pluviométrie est forte en été et où les apports d'eaux fluviales sont importants, sont dessalées ($<32^{\circ}/\text{oo}$ dans le fond du golfe). Les courants entraînent ces masses d'eau superficielles et conduisent à la formation de fronts halins. En janvier-février, le courant de dérive de mousson de nord-est apparaît sous forme d'une langue d'eau peu salée ($<35^{\circ}/\text{oo}$) jusqu'à 60°E et le courant sud-équatorial disperse ses eaux à faible salinité (entraînées depuis l'ouest de Sumatra) jusqu'à la côte africaine (mars-avril). Cette dessalure est entretenue par les précipitations abondantes enregistrées dans la zone de convergence intertropicale (Z.C.I.T.). En novembre-décembre, les eaux de la mer d'Arabie atteignent leur extension maximale vers le sud, jusqu'à l'équateur. En janvier-février, une bande plus salée réside devant la côte somalienne, correspondant au courant de Somalie.

2.2.4 Oxygène dissous et sels nutritifs

Nous verrons plus loin l'intérêt que ces paramètres présentent pour la pêche. Le premier conditionne en partie la distribution des thons; les sels nutritifs, quant à eux, favorisent dans certaines conditions le développement de chaînes trophiques.

2.2.4.1 Oxygène dissous

L'eau superficielle est légèrement sursaturée en oxygène dissous dans l'océan Indien tropical ($4,7$ à plus de $5,0$ ml/l); c'est devant la côte nord-ouest de Sumatra que l'on observe un léger minimum (teneur inférieure à $4,0$ ml/l). Par contre, à partir de l'immersion 100 m (figure 75) des différences très sensibles apparaissent entre le nord de l'océan (mer d'Arabie et golfe du Bengale) où les teneurs sont inférieures à 2 ml/l et sa partie australe, dont les teneurs passent de 3 ml/l par 10°S à 5 ml/l par 20°S . La couche de minimum d'oxygène ($2,8$ ml/l à l'équateur) s'enfonce et s'épaissit de l'équateur (60 - 150 m) à 20°S (100 - 300 m de profondeur).

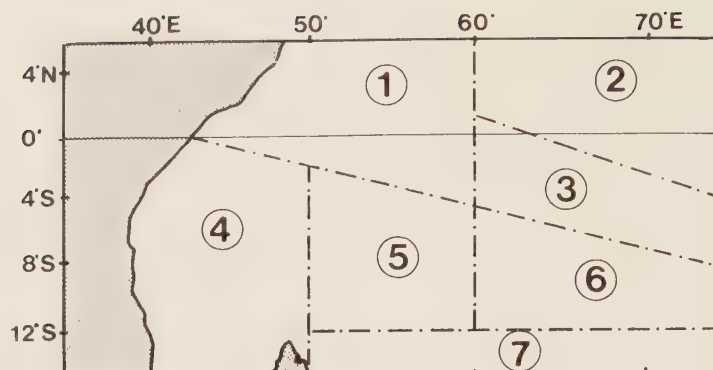


Figure 72. Secteurs à évolution thermique superficielle type.

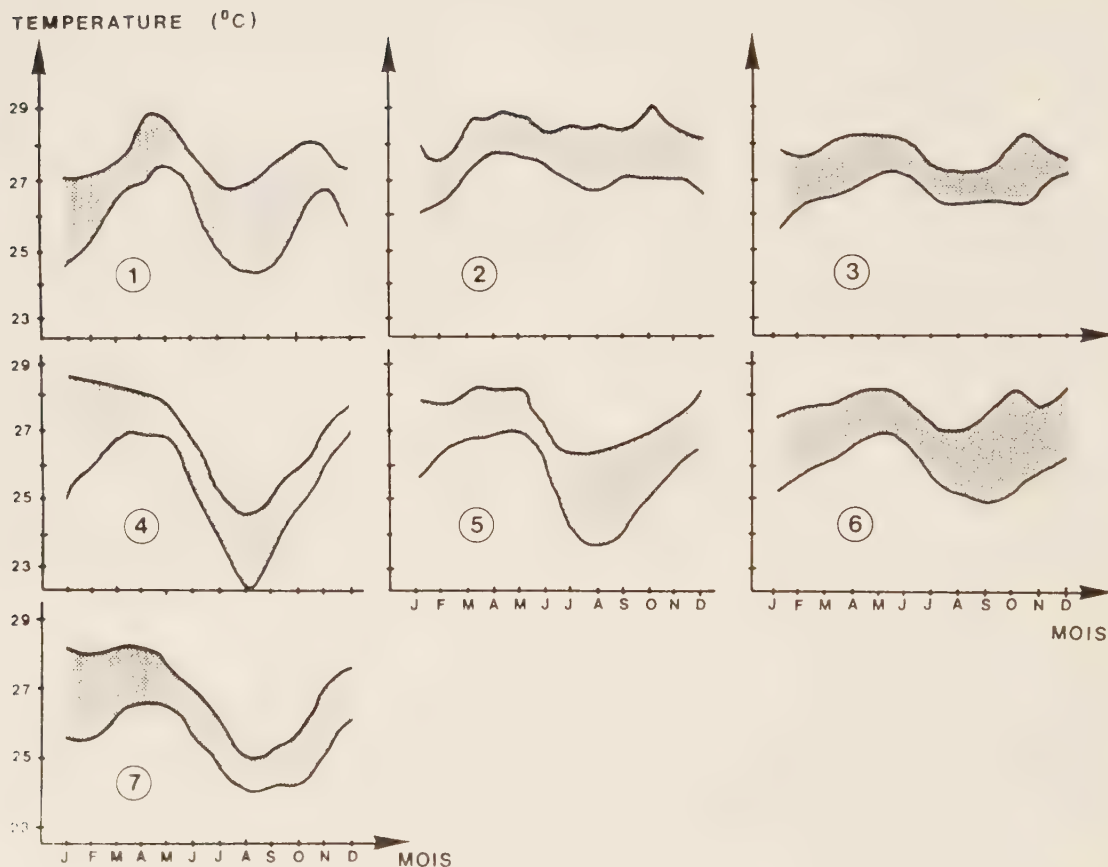


Figure 73. Evolution mensuelle de la température de surface dans les 7 secteurs étudiés, de 1979 à 1981.

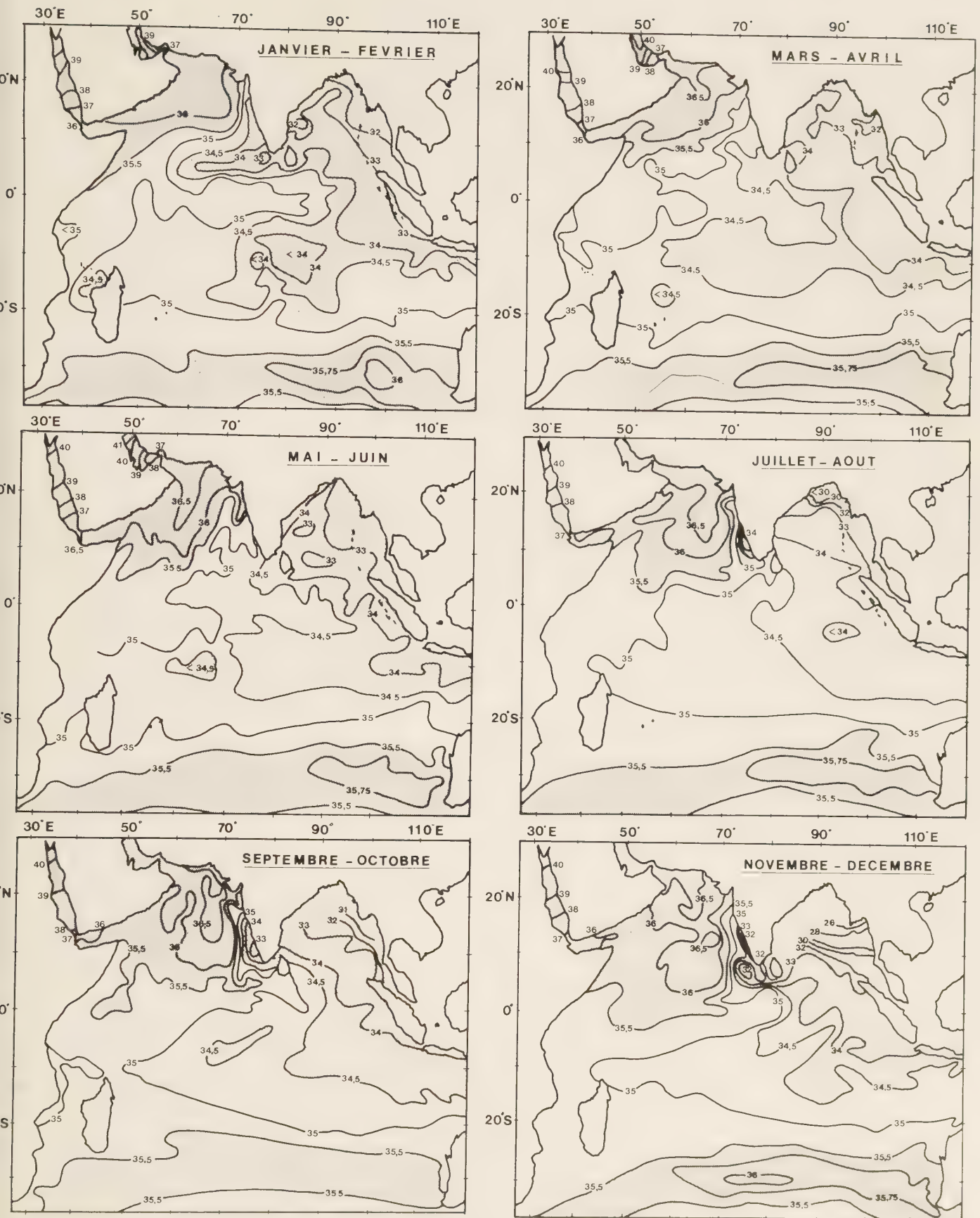


Figure 74. Distribution mensuelle de la salinité de surface (d'après Wyrtki, 1971).

Cette variation spatiale des teneurs en oxygène dissous souligne la différence entre le sud de l'océan Indien, océan "ouvert" où les teneurs dépassent 4 ml/l et le nord, au-delà de 10°S, océan "fermé" par les continents africain et asiatique et où l'eau se renouvelle lentement (le temps de résidence de la couche 75-1200 m y serait de l'ordre de 50 ans). Les teneurs y sont inférieures à 3 ml/l sauf devant la côte somalienne où l'eau est ré-oxygénée à chaque mousson de sud-ouest par upwelling. Au nord de la mer d'Arabie, en hiver, les eaux de surface s'enfoncent et contribuent à alimenter en oxygène les couches de subsurface. Les faibles teneurs en oxygène dissous de la mer d'Arabie sont le résultat d'une consommation excessive due à l'oxydation des débris organiques et d'un épuisement en oxygène, le long du transit, des eaux assurant le renouvellement (Swallow, 1984). Les courants jouent un rôle important dans la redistribution de l'oxygène: le courant équatorial sud amène le long de la côte africaine une eau relativement riche en oxygène dissous qui est récupérée par le courant de Somalie en mousson de sud-ouest et réalimentée en oxygène. La brusque chute de la teneur en oxygène dans le golfe du Bengale est liée à la forte stratification thermo-haline qui limite les échanges verticaux.

2.2.4.2 Sels nutritifs

La quasi totalité de l'activité biologique marine est concentrée dans les couches superficielles. Le processus de photosynthèse, première étape du long cheminement trophique qui aboutira aux grands prédateurs, requiert des substances minérales concentrées dans les eaux profondes, aphotiques. Il y a donc nécessité de remise en circulation de ces substances qui se fait principalement par les upwellings. Une autre source, particulièrement significative dans la partie nord-est de l'océan, provient des apports fluviaux, de l'ordre de 3 000 km³, représentant 9% des apports mondiaux dans seulement 3% de la surface océanique totale.

Nous nous limiterons à un examen général des concentrations en nitrates (NO₃) et phosphates (PO₄). Etant donné le caractère saisonnier des upwellings côtiers de l'océan Indien, on peut s'attendre à une certaine variabilité saisonnière de la distribution des sels nutritifs dans la couche superficielle. Rocheford (1967) a cartographié la distribution des phosphates au cours de chacune des moussons (figure 76): l'océan Indien boréal en est toujours plus chargé. Un minimum est observé à l'est de 90°E en mousson de nord-est, moins de 0,10 µatg/l, alors que les teneurs dépassent 0,25 µatg/l à l'ouest de 60°E. En mousson de sud-ouest, les upwellings qui se développent dans l'ouest provoquent une nette augmentation des teneurs superficielles en sels nutritifs: de 1 à 1,5 µatg/l de PO₄, plus de 10 µatg/l de NO₃ (Smith and Codispoti, 1980; Wyrki, 1971). La dérive de mousson de sud-ouest permet de diffuser ces eaux enrichies vers l'est de l'océan.

La divergence située au sud des Seychelles est également un considérable facteur d'enrichissement. Cushing (1971) la décrit comme une zone à haut potentiel productif, qui serait la plus étendue de l'océan Indien (10⁶ km²). Piton et Magnier (1975) ont décelé un pic de nitrates sur la divergence de février à avril, les teneurs passant de moins de 100 µatg/m² à 4°S-5°S (ainsi qu'à 16°S) à 600 µatg/m² par 9°S-10°S (figure 77). Ces résultats, comparés à ceux de Le Bourhis et Wauthy (1969) dans le Pacifique aux mêmes latitudes où existe également une divergence, montrent que les teneurs mesurées dans l'océan Indien sont 2 fois supérieures à celles trouvées par 10°S dans le Pacifique. Il semble toutefois qu'il puisse exister une large variation interannuelle des teneurs en sels nutritifs dans cette région de l'océan Indien.

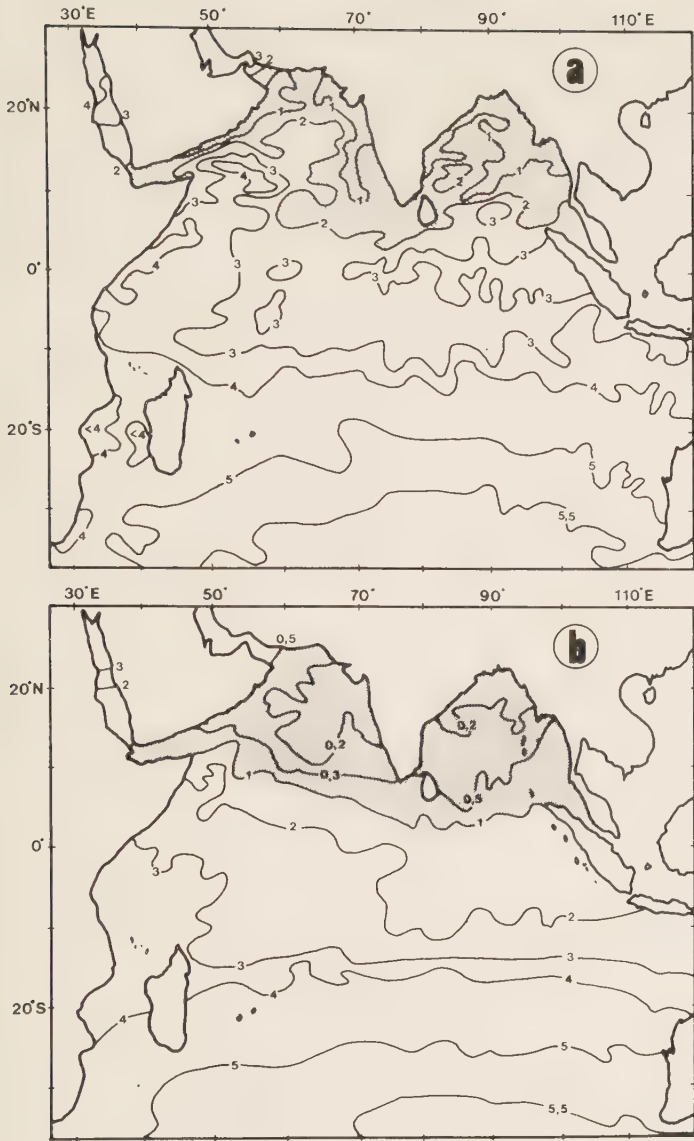


Figure 75. Teneurs en oxygène dissous (en ml/l); a) à l'immersion 100m; b) à l'immersion 200m (d'après Wyrski, 1971).

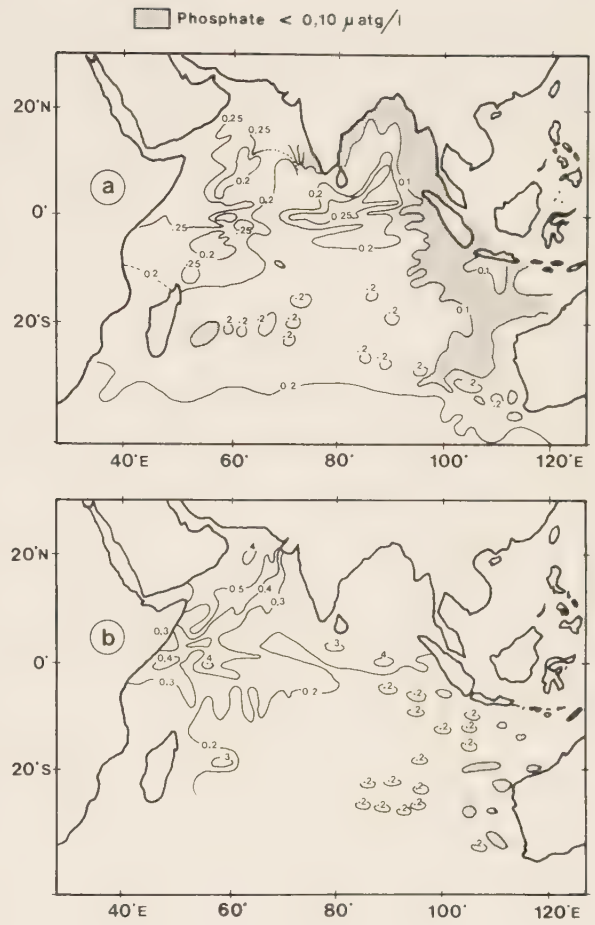


Figure 76. Distribution des teneurs en phosphates ($\mu\text{atg/l}$) dans les eaux de surface a) février à mai; b) juillet à septembre (d'après Rochford, 1967).

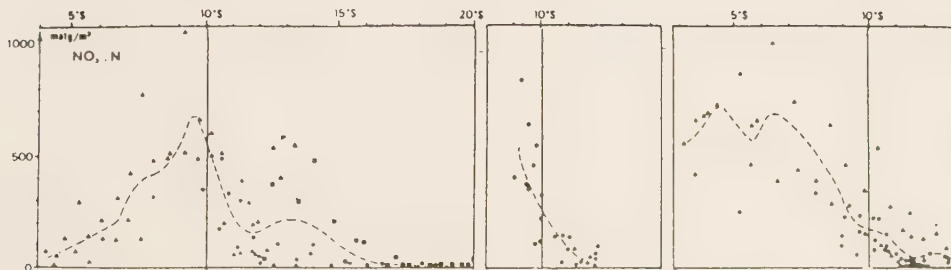


Figure 77. Répartition des quantités de nitrates en fonction de la latitude dans l'océan Indien occidental, de février à avril (d'après Piton et Magnier, 1975).

Avec les variations saisonnières de la divergence (5°S à 10°S), la région sud-ouest de l'océan Indien a une très forte potentialité d'enrichissement en surface, en particulier lorsque des brassages verticaux se produisent sous l'effet du vent ou par des tourbillons créés à proximité des îles et hauts-fonds. La saison la plus propice à ces enrichissements se trouve être la mousson de sud-ouest. Cependant, des coups de vent (voire des cyclones vers 10°S) survenant pendant la mousson de nord-est, alors que la thermocline est peu profonde - en particulier dans le contre-courant équatorial sud - peuvent aussi être à l'origine d'enrichissements de la couche de surface.

3. INFLUENCE DES CONDITIONS DE MILIEU SUR LA PRODUCTION

La remise en suspension dans les eaux superficielles des sels nutritifs initie un réseau trophique débutant aux micro-organismes végétaux, le phyto-plancton, et se ramifiant au cours de son évolution spatiale et temporelle pour aboutir aux grands prédateurs. Ce réseau se compose de 3 niveaux :

- un niveau primaire, composé des végétaux autotrophes (phytoplancton) synthétisant la matière organique à partir des sels nutritifs grâce à l'énergie lumineuse,

- un niveau secondaire qui regroupe les animaux végétariens (zooplancton) broutant les micro-organismes du premier niveau,

- un niveau tertiaire, très étendu, qui commence aux animaux se nourrissant de zooplancton (carnivores de premier ordre) pour atteindre les grands prédateurs (carnivores de deuxième ordre) dont les thonidés font partie.

Nous traiterons simultanément des deux premiers niveaux en s'intéressant tout particulièrement aux zones d'enrichissement identifiées au chapitre précédent. Les conséquences sur la production tertiaire seront ensuite analysées. Enfin, sur la base des conditions d'environnement déjà décrites, nous tenterons de cerner les zones à priori favorables aux concentrations de thonidés majeurs.

3.1 PRODUCTIONS PRIMAIRE ET SECONDAIRE

Sur les zones à upwelling ou sur les divergences, les teneurs en chlorophylle a (traceur de l'activité photosynthétique) atteignent rapidement des valeurs maximales. Dans l'océan Indien occidental, Piton et Magnier (1975) ont décrit au niveau de la divergence l'évolution de la production végétale selon la profondeur. Les valeurs les plus élevées se situaient, par 11°S, de 40 m à 80 m de profondeur, dans la thermocline et dans la couche à maximum de nitrates. Cependant, les teneurs en chlorophylle a se maintiennent autour de 20 mg/m² dans les 100 premiers mètres, ce qui est faible vis-à-vis du potentiel minéral disponible; les auteurs en ont déduit un important broutage par le zooplancton dont les poids secs avaient des valeurs inférieures de moitié seulement à ce qui avait pu être mesuré en milieu eutrophique côtier à Madagascar.

En mer d'Arabie, avec le développement des upwellings côtiers, des explosions phytoplanctoniques de Trichodesmium ont été décelées durant la mousson de sud-ouest (Qasim, 1970). Sur la moitié ouest de la mer d'Arabie, des niveaux de production parmi les plus élevés de tout l'océan occidental ont été mesurés: ils dépassaient 1 g de carbone assimilé par m² et par jour.

Dans le canal de Mozambique, les pôles de production primaires les plus remarquables se situent le long de la côte du Mozambique, au large du cap St-André (Madagascar) ainsi qu'à Juan de Nova qui fut d'ailleurs une île à phosphates, tirés du guano des oiseaux de mer (figure 78). Sur la côte africaine, des apports fluviaux régénèrent le milieu: les teneurs en chlorophylle a dépassent 1 mg/l (Mordasova, 1980). Devant le cap St-André, où règne une divergence, elles sont d'environ 0,4 mg/l (Sournia, 1972). D'une manière générale, il apparaît une plus grande richesse planctonique dans les eaux néritiques que dans les eaux océaniques. Une extension plus

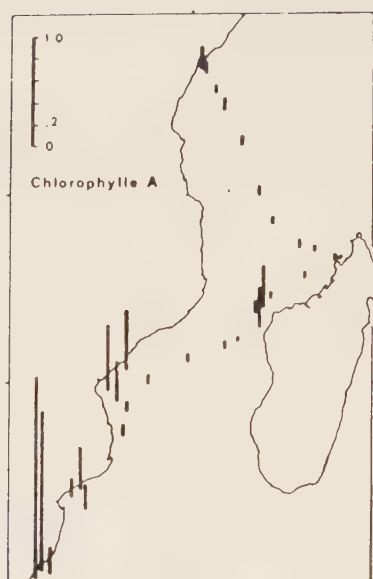


Figure 78. Quantités de chlorophylle A (en mg/m^3) en surface mesurées pendant la croisière n° 8 du R/V ANTON BRUUN, de septembre à novembre 1964, dans le canal de Mozambique (d'après Sournia, 1972).

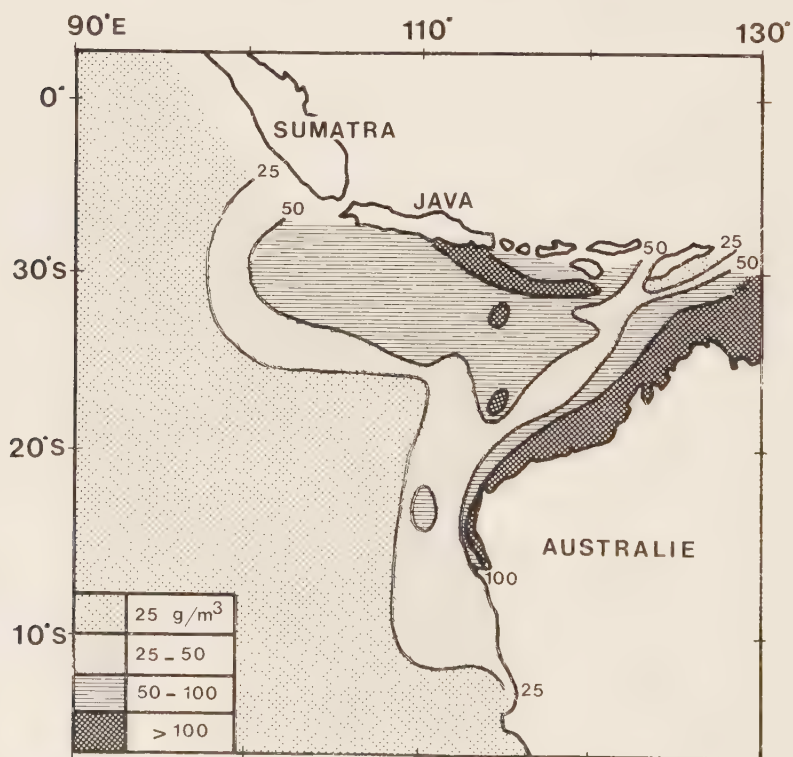


Figure 79. Biomasse zooplanctonique dans les 200 premiers mètres, entre l'Indonésie et l'Australie occidentale (d'après Tranter, 1962).

ou moins grande du plateau continental peut suffire à expliquer des différences de concentration phytoplanctonique: les valeurs mesurées à Tuléar (sud Madagascar) sont en moyenne plus faibles que celles obtenus à Nossi-Bé (nord-ouest de Madagascar) où s'étend un large plateau côtier.

Aux Seychelles, au cours de situations hydrologiques favorisant la formation d'upwelling en bordure des plateaux, les teneurs en chlorophylle a mesurées dans les 100 premiers mètres y ont dépassé 40 mg/m² contre 20 mg/m² au large. De même, les poids secs en zooplancton passaient de 3 g/m² aux accores à 0,5 g/m² au large (Piton, 1976).

Au nord-ouest de l'Australie, les concentrations en chlorophylle a sont plus élevées en hiver austral, période à laquelle un upwelling se manifeste vers 12°S. De 0 à 150 m, la colonne d'eau contient de 10 à 30 mg/m² de chlorophylle a (Highley, 1968). Les zones de plus forte biomasse zooplanctonique (figure 79) coïncident avec celles où l'activité photosynthétique est élevée, à savoir le long de la côte nord-ouest australienne et sur l'upwelling (Tranter, 1962). Les périodes de plus grande production se situeraient en août-septembre et février-mars.

3.2 CONSEQUENCES SUR LA PRODUCTION TERTIAIRE

3.2.1 Généralités

La prolifération planctonique se fait dans une masse d'eau en déplacement. Cela signifie qu'à partir de la zone d'enrichissement, cette masse d'eau va subir un processus de "maturation" au cours duquel se succéderont les différents maillons du réseau trophique. Ceci conduit à penser que les concentrations de prédateurs, thonidés en particulier, se feront à l'écart des upwelling, sur les convergences les plus proches. Le niveau trophique atteint à un temps t serait proportionnel à la distance parcourue par la masse d'eau, le lieu de concentration potentiel étant lié à la vitesse et à la direction du courant ayant entraîné cette masse d'eau. Cela reste cependant théorique: la nécessité d'un apport régulier en substances minérales dans la zone d'enrichissement, pendant un laps de temps suffisamment long (plusieurs semaines) élimine d'emblée les phénomènes éphémères; de plus, si une relation directe existe entre substances minérales disponibles et prolifération phytoplanctonique, il est impossible de prédire la biomasse potentielle en bout de chaîne en raison d'une succession complexe d'événements qui interviennent au cours de la maturation: les rapports de prédation sont multiples et difficiles à appréhender; de plus, le devenir d'une masse d'eau où s'est produit un enrichissement en matières organiques va être lié à l'évolution physico-chimique qu'elle subira dans son déplacement.

3.2.2 Relations thon-environnement

3.2.2.1 Généralités sur l'écologie du thon

Les thons ont un métabolisme élevé et possèdent la particularité, dans la classe des Poissons, d'avoir une température interne plus élevée que celle du milieu ambiant. Ce sont des espèces opportunistes en recherche permanente des secteurs assurant leur survie. Ils nagent donc toute leur vie et leur haut niveau de consommation d'énergie les contraint à absorber une nourriture abondante pouvant atteindre 15% du poids de leur corps par jour. Il en résulte que les zones de concentration ne se répartissent pas de manière aléatoire dans le milieu et que les migrations s'effectuent selon des "routes hydrologiques" où chaque espèce, à chaque stade de sa vie, trouve son milieu optimal.

3.2.2.2 Tolérances physiologiques des thons tropicaux

Les tolérances physiologiques diffèrent d'une espèce à l'autre. Des expériences en bassin menées sur le listao et synthétisées par Barkley et al. (1978) ont suggéré que le couple température-oxygène pouvait suffire à délimiter l'habitat propice aux thons.

Dizon et al. (1977) ont pu constater que la limite léthale inférieure de température était de 15°C pour le listao. Examinant les températures associées aux captures de listao dans la pêcherie du Pacifique oriental, Williams (1970) a trouvé que les captures diminuaient avec la température en-dessous de 20°C et qu'aucune capture n'était réalisée dans des eaux inférieures à 17°C. La limite maximale de température se situerait autour de 33°C-34°C (Dizon et al., 1977), qui, en fait, n'est pas rencontrée dans le milieu naturel. La teneur minimale en oxygène dissous à laquelle le listao survivrait serait de 2,5 à 2,8 ml/l.

Sharp (1979) a estimé les limites de température et d'oxygène pour trois autres espèces. L'ensemble des données est regroupé au tableau 7. La dépendance des individus envers ces deux paramètres va évoluer au cours de leur vie en liaison avec leur morphologie et leur état physiologique.

Tableau 7

Préférendum thermique et teneur minimale en oxygène dissous propres à chaque espèce de thon considérée (d'après Sharp, 1979).

Espèces	Préférendum thermique	Limite inférieure en O ₂ tolérée pendant 10 mn par des poissons de petite taille (50-75 cm)
listao	20° à 32°C	2,5 à 3,0 ml/l
albacore	23° à 32°C	1,5 à 2,5 ml/l
patudo	11° à 23°C	0,5 à 1,0 ml/l
germon	15° à 22°C	1,7 à 1,4 ml/l

Le premier problème qui se pose aux thons est leur tenue dans la colonne d'eau; le comportement est donc très différent entre espèces munies d'une vessie natatoire (genre Thunnus) qui réduit la densité du corps, et celles qui en sont dépourvues (listao par exemple). Ces dernières devront nager de plus en plus vite au fur et à mesure de leur croissance, pour se maintenir à un niveau d'immersion constant, demandant pour cela un apport en oxygène de plus en plus élevé. Les albacores, dont la vessie gazeuse s'accroît avec l'âge, pourront réduire leur vitesse, et partant, diminuer leur demande en oxygène. Enfin, les patudos qui disposent toute leur vie d'une vessie natatoire, auront les plus faible exigences vis-à-vis de ce facteur.

En second lieu, la température agit par le fait que les juvéniles n'ayant pas un dispositif de thermorégulation parfaitement fonctionnel, ils devront se limiter à une plus stricte gamme thermique. Les plus vieux individus auront par contre une plus ample latitude d'évolution. S'agissant de la répartition verticale du listao, Barkley et al. (1978) estiment que les jeunes individus devront se limiter à la couche homogène

chaude et bien oxygénée alors que la thermocline à teneur en oxygène moindre (en raison de la décomposition organique et du faible renouvellement de l'eau) pourra regrouper les individus plus âgés.

Ces limites inférieures ne doivent cependant être examinées qu'en terme d'habitat optimal et non exclusif. Des expériences de marquage sonique (Bard et Pincock, 1981; Levenez, 1981) indiquent qu'albacore et listao sont capables de plongées profondes, dont la durée et la fréquence restent encore mal connues, dans un milieu théoriquement "léthal". Dans la pêche de senneurs de l'océan Indien occidental, Marsac et al. (1983) ont pu suivre par écho-sondage la fuite de thons en profondeur, en dessous du filet, dans des eaux à températures inférieures de 5 à 8°C aux minima présentés au tableau 7.

3.2.2.3 Structures hydrologiques influençant la distribution des thonidés

Les structures hydrologiques capables d'influer sur la répartition des thonidés sont de manière générale des discontinuités: elles touchent principalement la température et la salinité.

- La température peut montrer des gradients marqués en surface (fronts thermiques), créés à la périphérie d'upwellings ou lors d'un refroidissement hivernal, par exemple, lorsque des eaux plus froides d'origine subtropicale s'étendent vers les régions équatoriales. De nombreux auteurs ont étudié la relation entre concentration de bancs de thons et front thermique. Les relations les plus évidentes ont été trouvées dans l'Atlantique est (Gallardo et Le Guen, 1972; Stretta, 1977). Dans le Pacifique occidental, une alternance saisonnière dans l'abondance d'albacore a été constatée en liaison avec des refroidissements hivernaux provoquant un resserrement dans les isothermes (Petit et al., 1980; Petit et Marsac, 1981; Petit et Gohin, 1982). Enfin, dans l'océan Indien occidental, jusqu'à présent, il n'y a qu'en période de mousson de sud-ouest que des prises substantielles de thon ont été faites en liaison avec des fronts thermiques (Marsac et Hallier, 1985).

- Un autre type de discontinuité thermique entre la couche homogène chaude et la couche de subsurface est la thermocline qui est la limite entre ces deux masses d'eau de densité différente; elle est caractérisée par un gradient thermique vertical qui renseigne sur l'intensité de la stratification. Mendoza et al. (1982) ont constaté, dans certains secteurs de l'Atlantique est, que les rendements des senneurs ont tendance à augmenter au fur et à mesure que le gradient thermique vertical devient plus fort. Dans l'océan Indien occidental, Marsac et Hallier (1985) ont observé une augmentation significative des prises par unité d'effort sur des zones de divergence où des valeurs maximales de gradient thermique vertical (4° à 5°C/10 m) étaient atteintes au cours du mois précédent. Cette divergence a introduit des substances minérales dans la couche euphotique. Par la suite, le brassage dû aux vents forts, lors du déclenchement de la mousson de sud-ouest a été à l'origine d'une intense production organique au cours des semaines qui suivirent.

- La salinité ne semble pas être, en tant que telle et dans ses limites de variation dans l'océan, un facteur limitant la distribution des thons. Elle constitue néanmoins un traceur de masse d'eau pouvant être utilisé dans la détermination des zones à priori favorables. Au sud du Japon, les meilleures années de captures du listao se sont révélées être liées à une prédominance d'eaux chaudes et significativement moins salées (34,81‰ contre 34,87‰). Dans le Pacifique tropical, Barkley (1969) a démontré que le listao avait tendance à pondre dans des eaux superficielles dessalées, surnageant au-dessus d'une couche subsuperficielle à maximum de salinité. Malgré un échantillonnage soutenu, très peu de larves ont été trouvées en dehors de ce type de structure. Enfin, dans le Pacifique

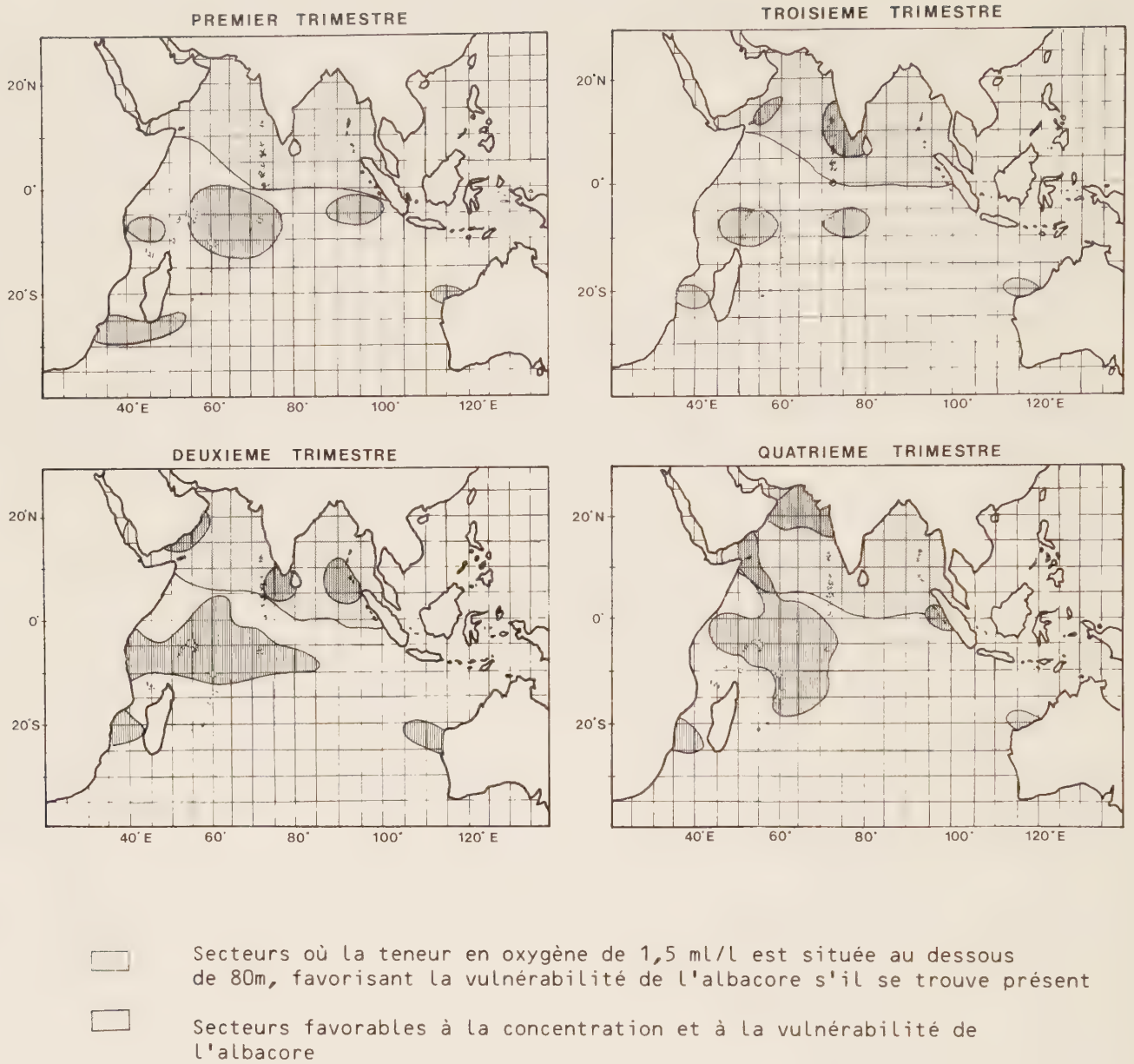


Figure 80. Secteurs de vulnérabilité de l'albacore aux techniques de pêche de surface (d'après Sharp, 1979).

occidental, l'isohaline 34⁰/oo correspond à une convergence se produisant de part et d'autre de l'équateur, sur 5°N et 5°S, en situation de vent d'est: les prises de listao suivent le contour de l'isohaline, du côté le moins salé (Donguy et al., 1978; Bour et al., 1981).

Signalons un autre type de discontinuité qui peut entraîner des modifications notoires de la composition physico-chimique de la colonne d'eau et être lié indirectement à la productivité d'une zone. Il s'agit des discontinuités bathymétriques: îles, hauts-fonds proches de la surface, ou encore guyots sous-marins. Pour ces derniers, il faut également considérer l'intensité du gradient bathymétrique auquel peuvent être liés des refroidissements en surface, même si la rupture de pente se situe à grande profondeur (plusieurs milliers de mètres; Patzer, 1979). Dans l'océan Indien, la ride des Mascareignes, traversée par le courant sud-équatorial peut occasionner des enrichissements dans la partie ouest des accores. Nous avons également fait référence précédemment (cf.2.2.1.2) aux remontées profondes localisées à l'est du plateau des Seychelles.

En conclusion, il apparaît que c'est tout un ensemble de facteurs hydrologiques agissant en synergie qu'il faut considérer pour cerner les secteurs potentiels de concentration de thons. Cette approche "environnementaliste" est également indispensable en dynamique des populations, dans la mesure où elle permet d'expliquer et peut-être même, de prévoir, des fluctuations interannuelles d'abondance des stocks. Ces variations ont généralement pour origine une anomalie intervenant dans les phases précédant le recrutement des individus: des études menées sur l'albacore dans le Pacifique ouest (Yanamaka et Yanamaka, 1970) et sur le germon au sud de la Nouvelle-Calédonie ont montré que les cohortes ayant passé leurs premiers stades de vie dans des eaux plus froides que la moyenne avaient des effectifs élevés. En revanche, le listao du Pacifique oriental présentait des classes d'âges importantes lorsque celles-ci avaient connu des températures plus chaudes (IATTC, 1975); en Micronésie, c'est également en période chaude que l'abondance était particulièrement forte (Uda, 1974). Ces dernières observations concernant le listao sont à rapprocher des résultats obtenus par Forsberg et Miller (1978) qui ont trouvé une corrélation entre les prises par unité d'effort et un indice de mélange des eaux dû au vent ("mixing index") dans le Pacifique est: un indice élevé, correspondant à des températures basses, avait pour effet d'augmenter la mortalité larvaire et donc de réduire l'importance de la cohorte concernée. Il est évident que la possibilité de prévoir ces fluctuations d'abondance des ressources a des conséquences économiques considérables.

3.3 ZONES POTENTIELLES DES CONCENTRATIONS DE THONIDES

Les aires de présence possible des thons tropicaux s'étendent, en surface, dans tout l'océan Indien, au nord de 30°S-35°S. Cependant, on peut tenter de cerner les zones de concentration et de vulnérabilité potentielles en sélectionnant les lieux où température et oxygène se situent dans des fourchettes de valeurs compatibles avec les exigences physiologiques des espèces. Sharp (1979) a ainsi réalisé une série de cartes basées sur ce principe, pour l'albacore et pour le listao, qui ont été utilisées pour tenter de prévoir ces zones potentielles (Marcille et de Reviers, 1981). Nous présentons 4 séries de cartes devant permettre de mieux délimiter les zones favorables dans l'océan Indien.

- La première série de cartes (figure 80) concerne l'albacore: nous présentons les secteurs favorables à la concentration et à la vulnérabilité de l'albacore (pointillés) et ceux où le seuil inférieur de concentration en oxygène (1,5 ml/l) se situe en dessous de 80 m (grisé); dans ces conditions, l'albacore aurait une plus grande difficulté à fuir en

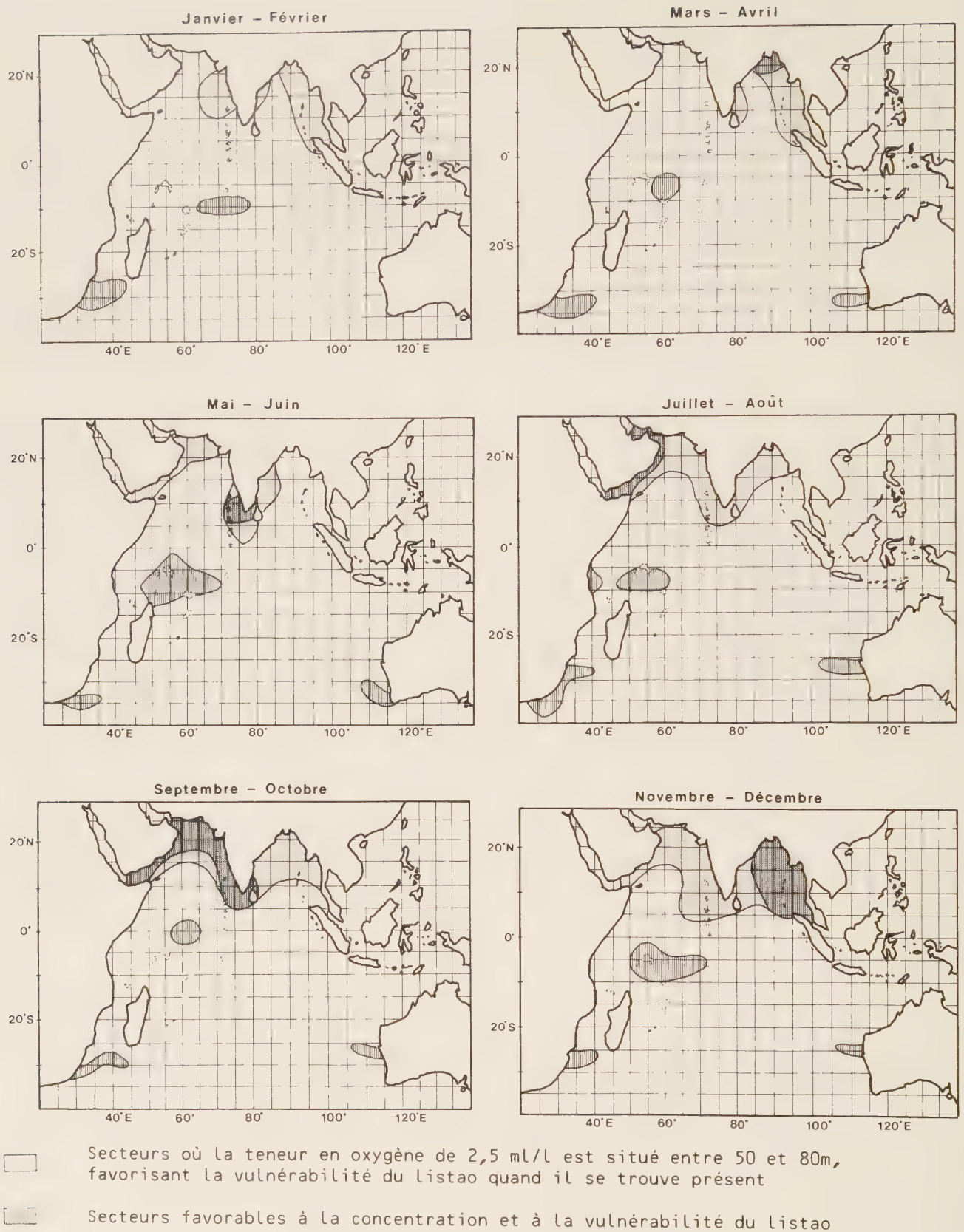


Figure 81. Secteurs de vulnérabilité du listao aux techniques de pêche de surface (d'après Sharp, 1979).

profondeur et serait plus vulnérable aux engins de surface. Au nord de 5°N, le volume écologique de l'albacore est réduit. Au sud de l'équateur dans l'est de l'océan, et au sud de 10°N à l'ouest, ce volume est plus grand; on peut faire l'hypothèse avec Marcille et de Reviers, (1981), que les albacores auront tendance à se concentrer dans la zone frontrière où le volume se rétrécit, comme ils le font dans les secteurs à fort gradient thermique.

- La seconde série de cartes (figure 81) concerne le listao: y sont présentés les secteurs favorables à sa concentration et à sa vulnérabilité au moyen des engins de surface (pointillé léger), ceux où le seul minimum en oxygène (2,5 ml/l) se situe entre 50 et 80 mètres (grisé) et conduisant à une bonne vulnérabilité si le poisson est présent, enfin ceux où la teneur en oxygène est trop faible pour permettre sa concentration. De même que pour l'albacore, il est possible que des zones de concentrations se situent à la périphérie des secteurs défavorables.

- La troisième série de cartes (figure 82) présente les secteurs où le sommet de la thermocline se trouve dans les 100 premiers mètres, avec gradients thermiques verticaux compris entre 2°C et 3°C/10 m d'une part, et supérieurs à 3°C/10 m d'autre part. Nous avons déjà montré dans le paragraphe précédent l'influence du gradient thermique de la thermocline dans le succès des coups de filet, de meilleurs résultats étant généralement obtenus sur des gradients forts.

- La quatrième série de cartes (figure 83) est une synthèse, sur une base bimensuelle, des trois séries précédentes auxquelles on a rajouté l'influence de facteurs de l'environnement. Ont été exclus d'abord les secteurs où les conditions de vent et de mer rendraient difficile la réalisation de coups de filet (pour les senneurs); le seuil minimum a été fixé à une fréquence de 30% de vents dont la force est supérieure ou égale à 4 Beaufort. Ensuite, les enrichissements liés aux upwellings et divergences, ainsi que des convergences qui rassemblent les proies ont été pris en compte.

Sur l'ensemble de l'année, il apparaît que la partie de l'océan Indien s'étendant à l'ouest de 80°E est mieux pourvue en thons exploitables par des techniques de surface. C'est de janvier à avril que les secteurs favorables atteignent leur extension maximale: nord du canal de Mozambique, nord et est des Seychelles, Somalie, Maldives, côte nord-ouest de l'Inde, nord de la mer d'Andaman. En mai-juin, on constate une diminution des secteurs favorables dans l'est et en juillet-août, ceux-ci concerneraient principalement les Seychelles et la Somalie. En septembre-octobre, des zones favorables réapparaissent dans l'est: ouest de Sumatra, îles de la Sonde, nord-ouest australien; dans l'ouest, les zones favorables s'étendraient du nord de Madagascar à l'Inde.

Les relations production-environnement sont complexes; aussi les cartes de synthèse des zones favorables à la concentration et à la vulnérabilité des thons (principalement albacore et listao) présentées, qui sont un compromis de différentes conjonctures propices, n'ont elles qu'un caractère provisoire.

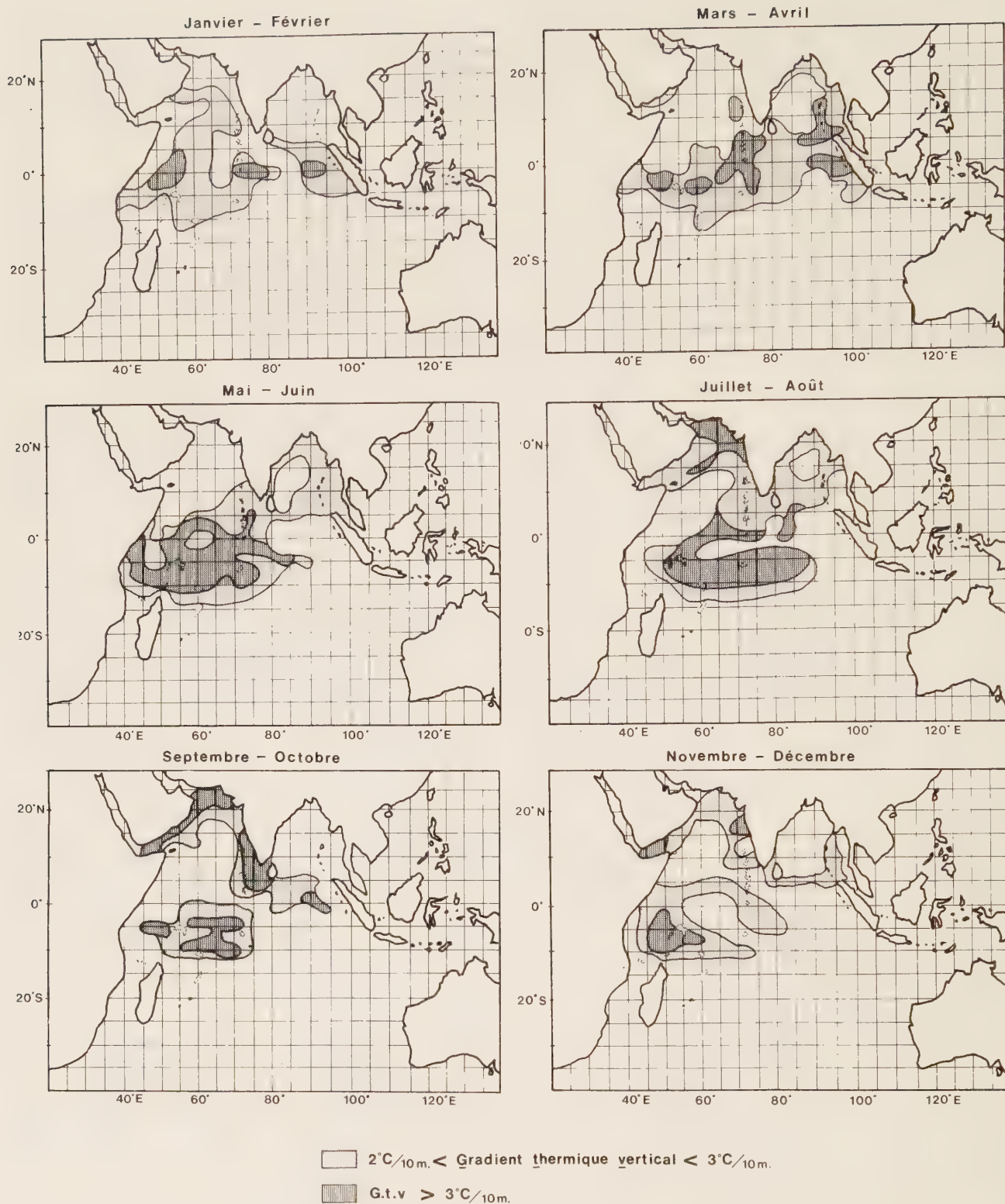


Figure 82. Secteurs où le sommet de la thermocline se situe dans les 100 premiers mètres et où le gradient thermique vertical à la thermocline est compris entre 2° et $3^{\circ}\text{C}/10\text{m}$ (grisé) et supérieur à $3^{\circ}\text{C}/10\text{m}$ (trame foncée); (d'après Wyrski, 1971, dans Marcille et De Reviers, 1981).

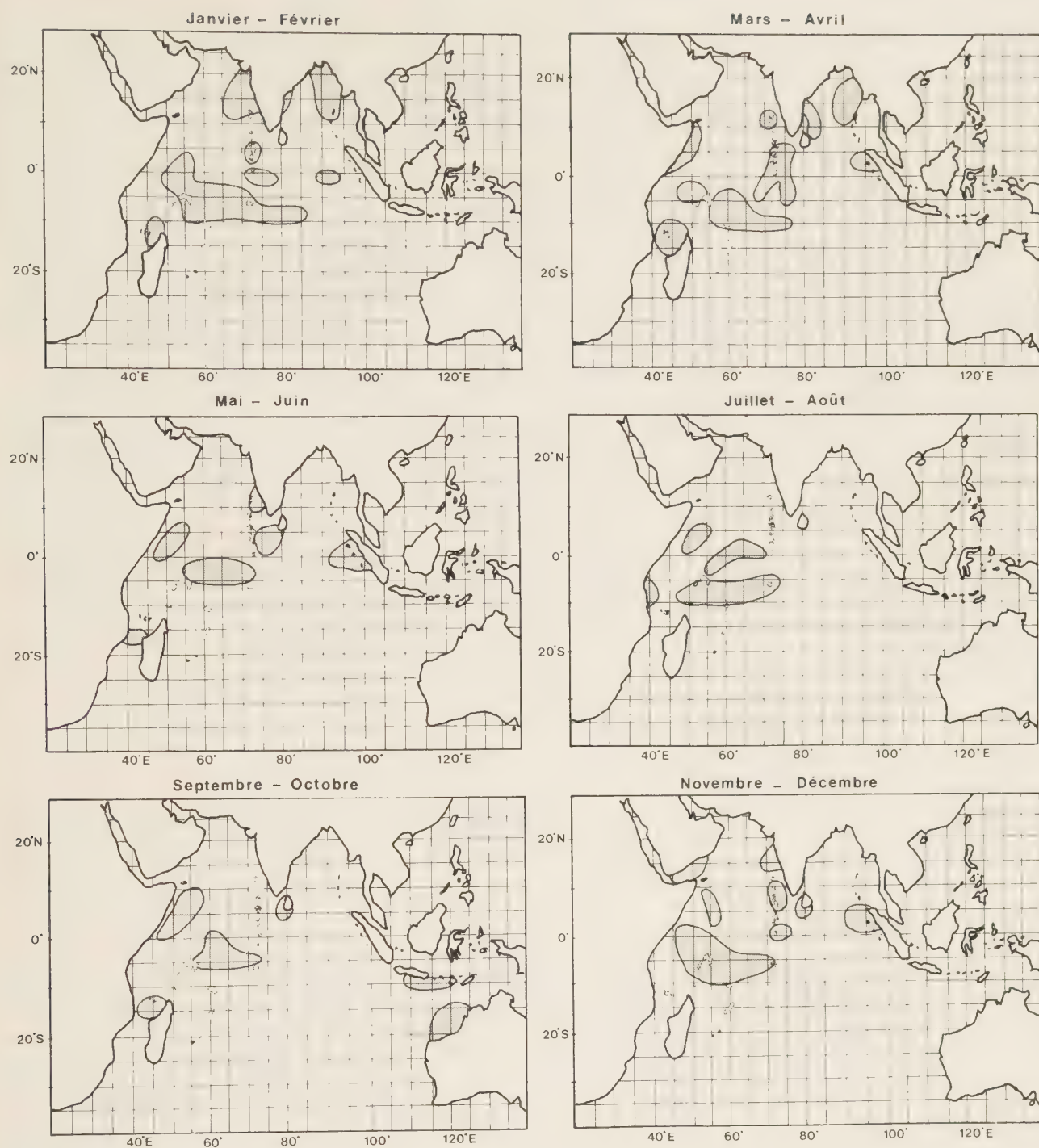


Figure 83. Synthèse des secteurs favorables à la concentration et à la vulnérabilité des thons (albacores et listaos).

4. PECHE THONIERE ARTISANALE DANS L'OCEAN INDIEN

4.1 PECHE THONIERE ARTISANALE AUX MALDIVES

Aux Maldives (figure 84) la pêche au thon, qui emploie 30% de la population active (1985), est l'un des secteurs les plus importants de l'économie nationale. Le pays est constitué de plus de 202 îles habitées, réparties entre de nombreux atolls; avec 90% des captures totales, la pêche thonière est partout prédominante sur tout autre forme de pêche. Ceci est lié au fait que seuls les thonidés (listao, albacore, thonine et auxide) sont considérés comme des "poissons nobles". En aucun cas les thazards-batâards, Acanthocybium solandri, et les bonites à gros yeux Gymnosarda unicolor, ne font partie de cette catégorie et il en est de même pour la plupart des carangidés, lutjanidés, etc...; ce n'est qu'avec le récent développement touristique du pays que ces dernières espèces ont vu leurs captures s'accroître de façon significative.

Entre 1970 et 1983, les captures annuelles de thon ont varié entre 20 000 et 30 000 tonnes. La majorité des prises provient de la pêche à la canne, mais les pêches à la traîne, à la palangre (à main ou autre) et, plus récemment, au filet maillant y contribuent également pour une part non négligeable.

4.1.1 Pêche à la canne à l'appât vivant

4.1.1.1 Les embarcations

Deux types d'embarcations sont utilisés aux Maldives pour pratiquer ce type de pêche; les "mas dhoni" pour la pêche au large (une quinzaine de milles au plus) et les "wadu dhoni" pour la pêche côtière (5 à 6 milles seulement).

- "mas dhoni"

Ce sont les plus grands bateaux de pêche; leur longueur est de 10 à 15 mètres pour une largeur de 3 mètres. Ils étaient traditionnellement à voile ou à rames (5 à 6 rames de chaque côté), mais, depuis 1974, ils sont en majorité équipés de moteurs diesel de 20 à 30 CV. A la poupe se trouve une petite plate-forme surélevée d'environ 3 à 5 mètres qui déborde de part et d'autre de la lisse et sert de pont et d'abri au moteur. Le reste de la coque est normalement ouvert et sert de vivier pour l'appât vivant; une circulation d'eau est assurée par des trous pratiqués dans la coque. L'équipage comprend de 8 à 12 hommes sur les bateaux motorisés et une vingtaine sur ceux à voile, un plus grand nombre d'hommes étant nécessaire pour ramer lorsqu'il n'y a pas de vent (Munch-Petersen, 1978).

- "wadu dhoni"

Ils sont de construction similaire aux "mas dhoni", mais n'ont que 5 à 6 mètres de long et n'embarquent que de 2 à 4 pêcheurs. Les coques des "mas dhoni" et "wadu dhoni" sont imprégnées d'huile de requin lors de la construction; tous les 15 jours, les bateaux sont remontés à terre pour réimprégner la carène; le but essentiel de cette opération est d'améliorer la vitesse des déplacements.

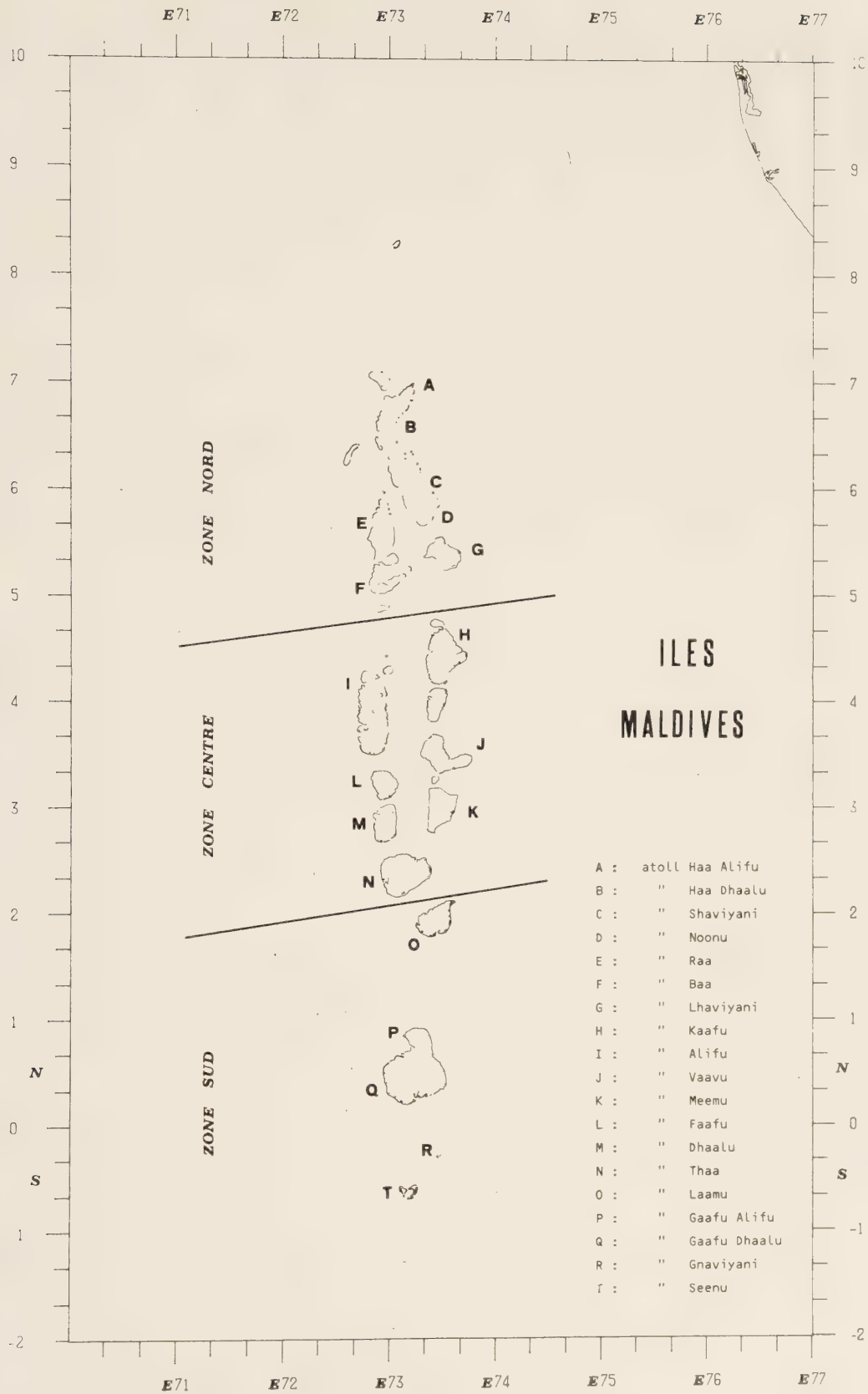


Figure 84. Carte des Maldives

4.1.1.2 Méthode de pêche du thon

Une opération de pêche d'un "mas dhoni" dure environ une douzaine d'heures. Le bateau quitte l'île juste avant le lever du soleil pour se rendre dans le lagon où se pêche l'appât vivant. Lorsqu'une quantité suffisante a été capturée, l'embarcation se dirige vers la haute mer à la recherche des bancs de thons; ceux-ci sont, en général, signalés par la présence d'oiseaux. Une fois repéré, le banc est approché et un peu d'appât vivant est jeté à la mer pour essayer d'attirer le thon près du bateau. Deux pêcheurs, assis à l'arrière, de part et d'autre de la plate-forme, commencent alors à battre l'eau de manière à exciter le poisson et à accroître ainsi sa voracité. Deux à quatre personnes, munies de cannes et debout sur la plate-forme, capturent le thon. La pêche sur un même banc dure rarement plus d'une demi-heure; plusieurs embarcations peuvent cependant travailler sur le même banc.

Le retour de pêche se fait toujours avant la nuit et le partage de la capture a lieu immédiatement. Le mode de partage est variable d'une île à l'autre; à titre anecdotique, signalons par exemple qu'à Kandoludu (atoll de Raa), 36% des poissons reviennent de droit au propriétaire du bateau, 5 poissons sont donnés en paiement des prières faites pour ce bateau, et 8 autres poissons sont gardés pour servir de nourriture pour le lendemain ou les jours suivants. Les thons restants sont alors partagés: une part ira aux différents membres de l'équipage tandis qu'une part et demie reviendra au patron de la barque ainsi qu'au chef appâteur et à ses 2 assistants.

4.1.1.3 Pêches de l'appât vivant

Ces pêches ont lieu dans les eaux abritées du lagon, sur les bancs de coraux, au moyen d'un filet carré (7m x 7m) posé sur le fond. L'appât est attiré au dessus du filet avec du listao broyé en une sorte de pâte. Quand la quantité d'appât est jugée suffisante, le filet est relevé rapidement depuis l'embarcation. Les poissons capturés sont placés dans le fond du bateau ou quelquefois conservés dans une cage à l'extérieur de la barque afin de permettre un nouveau coup de filet. L'opération est répétée plusieurs fois si nécessaire. En général 2 000 à 4 000 petits poissons sont suffisants pour une journée de pêche au thon. Ces pêches d'appât durent de 2 à 4 heures suivant l'abondance qui, souvent, varie en fonction de la saison.

Deux espèces de Dussumieridés constituent une part importante de l'appât; il s'agit de Spratelloides delicatulus et de Spratelloides gracilis. Les sprats sont considérés par les pêcheurs comme le meilleur appât et sont préférés à tout autre lorsqu'ils sont disponibles en quantité suffisante; malheureusement, il s'agit d'espèces fragiles, et leur temps de survie en vivier est court, ce qui oblige à les utiliser le jour même de leur pêche. Les deux espèces ne sont vraiment abondantes qu'en période de mousson (octobre à janvier essentiellement). L'anchois, Stolephorus indicus, est aussi considéré comme un très bon appât mais il est beaucoup plus rare que les sprats. Les Atherinidés, parmi lesquels il faut surtout mentionner Allanetta forskali, sont présents en grande quantité dans les divers atolls et sont également utilisés; ils auraient cependant un effet attractif moindre. Plusieurs autres espèces sont utilisées comme appât de façon accessoire; en particulier parmi les Apogonidés (3 ou 4 espèces), les Caesionidés quand ils sont jeunes (au moins 6 espèces) et les Pomacentridés (5 espèces).

4.1.1.4 Evolution de la méthode de pêche

Depuis quelques années, les différentes opérations de pêche tendent à être séparées: les embarcations à voile effectuent les pêches d'appât tandis que la pêche du thon est pratiquée par les embarcations motorisées. Ce partage des tâches est dû au fait qu'il est de plus en plus difficile de trouver des équipages pour les embarcations à voile; les pêcheurs préfèrent

embarquer sur des "mas dhoni" motorisés car, plus rapides à se rendre sur les lieux de pêche et plus manoeuvrants parmi les bancs de thons, ils permettent des captures plus élevées. De plus, le temps passé en mer est réduit; le poisson débarqué est de ce fait de meilleure qualité car moins longtemps exposé à la chaleur, et peut donc être congelé pour l'exportation; sa valeur marchande est alors plus élevée que s'il était vendu pour être commercialisé sous forme de thon séché-salé comme cela se pratiquait encore il y a quelques années. L'accroissement des exportations de thon des Maldives (tableau 8) résulte en partie de cette récente séparation des opérations de pêche d'appât et de thon.

Tableau 8

Evolution des exportations de thon
aux Maldives,
de 1970 à 1979.

années	Listao congelé (en tonnes)	Thon salé/séché (en tonnes)
1970	-	4 750
1971	-	5 400
1972	2 039	3 842
1973	4 558	3 104
1974	4 652	3 552
1975	5 361	1 965
1976	8 586	1 429
1977	10 877	990
1978	10 672	251
1979	12 634	75

4.1.2 Autres méthodes de pêche

La pêche à la traîne est pratiquée par presque tous les bateaux dès que l'occasion se présente. En 1983, 6% des débarquements étaient dûs à cette technique. La pêche à la palangre se pratique aussi lorsque la pêche à la canne n'est pas possible soit pour cause de mauvais temps, soit parce que les pêches d'appât vivant ont été nulles. Ce sont généralement les "wadu dhoni" qui utilisent les palangres et qui, depuis quelques années, contribuent pour une part non négligeable aux captures thonières du pays. Un changement très récent dans la réglementation du pays en matière d'engins de pêche, fait que les filets sont désormais autorisés. Quelques filets maillants ont donc fait leur apparition mais leurs prises sont faibles.

4.1.3 Captures, efforts et rendements

Plus de 80% des débarquements thoniers des Maldives sont dûs à 2 espèces seulement, le listao et l'albacore. Les auxides et les thonines constituent le reste des captures répertoriées dans les statistiques du pays. Quelques bonites orientales (*Sarda orientalis*) et quelques bonites à gros yeux (*Gymnosarda unicolor*) sont pêchées occasionnellement dans la région, mais toujours en quantités très faibles et n'apparaissent pas dans les chiffres des débarquements. L'évolution des captures de ces principales espèces est présentée dans le tableau 9 et sur la figure 85. Il apparaît clairement que les variations d'abondance du listao auront une importance capitale sur le volume total des débarquements.

Tableau 9

Evolution des captures de thon aux Maldives
de 1970 à 1983
(d'après Anderson et Afiz, 1985)

Espèces Années	Listao	Albacore	Auxides	Thonines	Total
1970	24 977	1 809	2 746	620	30 006
1971	25 889	1 119	2 730	451	30 083
1972	17 971	2 076	3 186	596	23 828
1973	19 195	5 475	6 626	1 088	32 384
1974	22 160	4 128	6 006	830	33 124
1975	14 858	3 774	4 057	415	23 104
1976	20 091	4 891	2 707	453	28 644
1977	14 342	4 473	3 080	927	22 824
1978	13 824	3 584	1 661	768	19 835
1979	18 136	4 289	1 701	721	24 847
1980	23 561	4 224	1 595	1 063	30 448
1981	20 617	5 284	1 606	1 274	28 781
1982*	14 293	3 605	1 855	1 697	21 450
1983*	17 731	5 617	3 186	1 878	28 412

* Valeurs sous estimées de 10% environ

Le nombre total de bateaux de pêche a été relativement stable depuis 1970 (figure 86). La diminution du nombre d'embarcations à voile a été régulièrement compensée par l'augmentation du nombre de celles à moteur. En 1982, il y avait, pour l'ensemble du pays, 5 486 bateaux recensés dont l'occupation principale était la pêche au thon. La répartition par zones et par types de pêche est présentée dans le tableau 10.

Tableau 10

Répartition géographique des divers types
d'embarcations pêchant le thon aux Maldives en 1982

Types de Pêche Zones	Pêche à la canne		Pêche à la traîne	Total
	embarcations motorisées	embarcations à voile		
Zone nord	454 8,3%	313 5,7%	1 640 29,9%	2 407 43,9%
Zone centre	544 9,9%	359 6,5%	817 14,9%	1 720 31,3%
Zone sud	168 3,1%	280 5,1%	911 16,6%	1 359 24,8%
Total	1 166 21,3%	952 17,3%	3 368 61,4%	5 486 100%

Les rendements moyens sont de 200 à 300 kg de thon par jour de pêche (Anderson et Hafiz, 1985) avec 150 à 200 kg de listao, 30 à 50 kg d'albacore, 20 à 30 kg d'auxide et 5 à 10 kg de thonine. L'évolution des rendements en listao et albacore aux Maldives de 1970 à 1983 est présentée à la figure 87. Il faut noter que ces rendements moyens varient en fonction du mode de propulsion de l'embarcation. C'est ainsi qu'un dhoni motorisé pêchera, dans la zone sud, environ 150 petits listaos (de l'ordre du kg) et 20 gros (de 3 à 4 kg) en moyenne par jour de pêche tandis qu'un dhoni, de même taille mais à voile ne capturera qu'une cinquantaine de listaos de petite taille et 5 ou 6 de grosse taille par sortie en mer. Pour les petits listaos, les rendements les plus élevés sont obtenus de septembre à février. L'étude des variations saisonnières des rendements des listaos de grande taille ne montre pas de tendance bien nette. Les rendements en albacores semblent importants en août et septembre dans la partie ouest de l'archipel.

4.1.4 Zones de pêche

L'étude de la composition spécifique des captures thonières (FAO/UNDP, 1985) sur l'ensemble des zones de pêche des Maldives, montre que la proportion de gros listaos décroît du sud au nord et de l'est à l'ouest tandis que celle des albacores décroît du nord au sud et de l'ouest vers l'est (figure 88). Pour les petits listaos, la proportion dans les débarquements semble homogène quel que soit le secteur de pêche considéré.

Il est bien entendu que cette répartition n'est pas aussi rigide que semble le montrer le schéma précédent. En effet, Marcille et de Reviers (1981) signalent que, selon certains pêcheurs japonais ayant pratiqué la pêche à l'appât vivant aux Maldives, l'albacore serait plus abondant que le listao dans certains secteurs du sud de l'archipel (l'albacore constituerait jusqu'à 60% des prises et comprendrait des individus de 8 à 25 kg).

Pour l'ensemble de l'archipel, la pêche est généralement active pendant les saisons de mousson et minimale en période d'intermousson (avril et octobre notamment). Dans la zone nord (atolls Haa Alifu et Haa Dhaalu) les meilleures prises ont lieu lors de la mousson de nord-est (novembre-décembre à mars) et le minimum de captures est enregistré de septembre à novembre. Les saisons de pêche par atoll, sont présentées à la figure 89. Celles-ci varient d'un atoll à l'autre; il faut toutefois noter que l'absence de pêche ne signifie pas nécessairement absence totale de poisson mais peut simplement être due au mauvais temps, à un manque d'appât ou à une inaccessibilité de la ressource, cantonnée au-delà de 15 milles des côtes. En outre, de grandes variations des rendements mensuels peuvent survenir d'une année sur l'autre.

On peut donc schématiser les saisons de pêche comme suit:

- Zone nord:

- . saison du listao de décembre à mars essentiellement et accessoirement en juillet-août;
- . saison de l'albacore de décembre à février et de juillet à septembre.

- Zone centre:

- . saison du listao de mai à août;
- . saison de l'albacore en janvier-février et août-septembre.

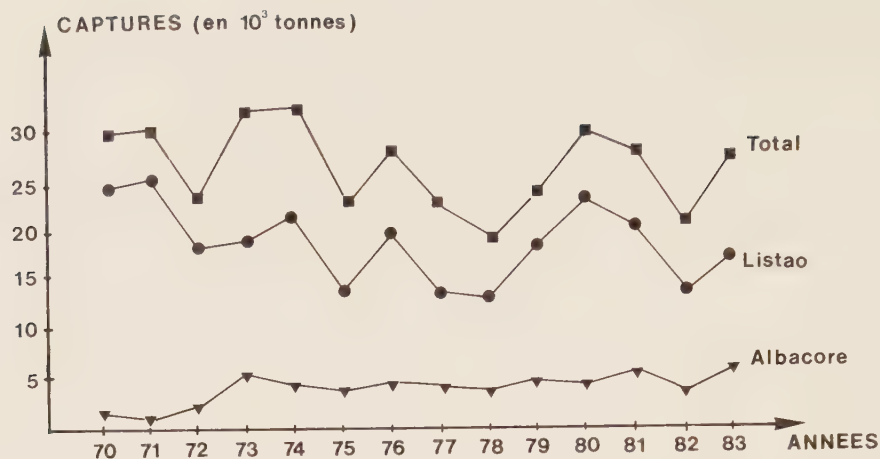


Figure 85. Variations de la proportion listao-albacore dans les captures thonières des Maldives, de 1970 à 1983.

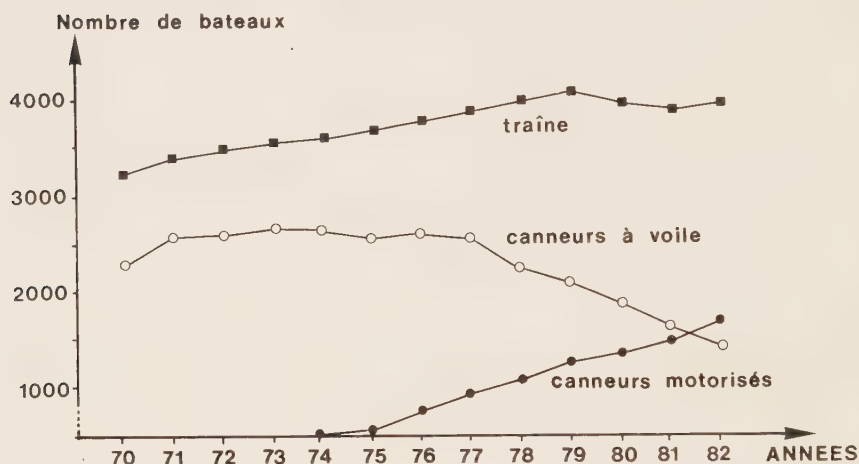


Figure 86. Evolution du nombre d'embarcations thonières aux Maldives, de 1970 à 1982.

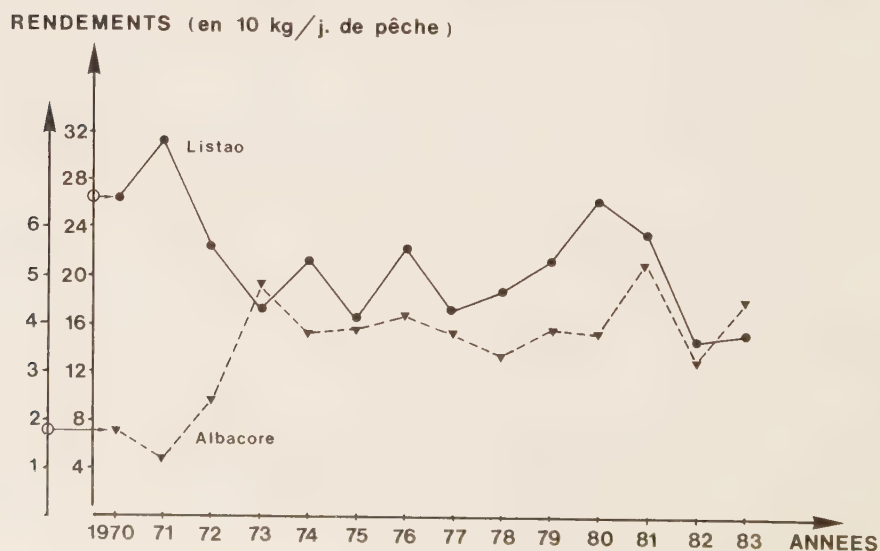


Figure 87. Evolution des rendements en listao et albacore aux Maldives de 1970 à 1983.

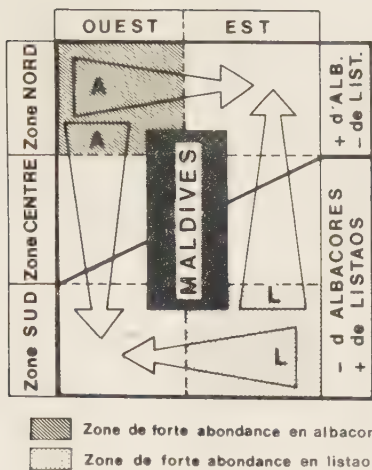


Figure 88. Répartition spécifique des captures dans les diverses zones de pêche autour des Maldives (établie à partir des données tirées de FAO/UNDP, 1985).

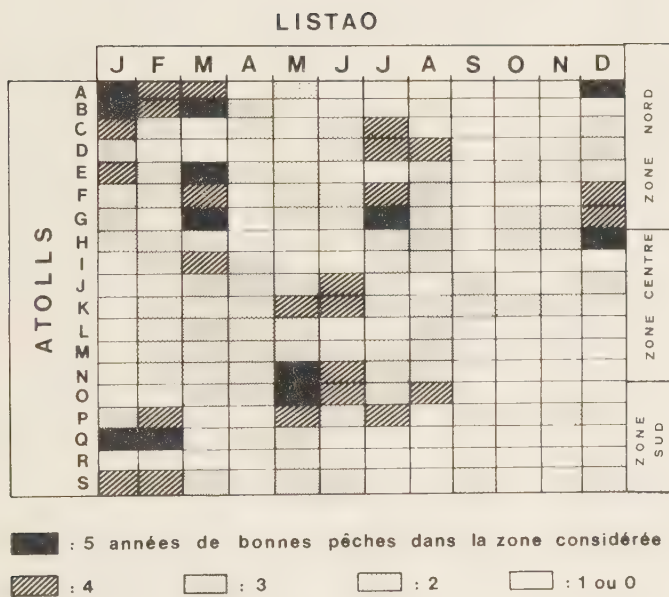
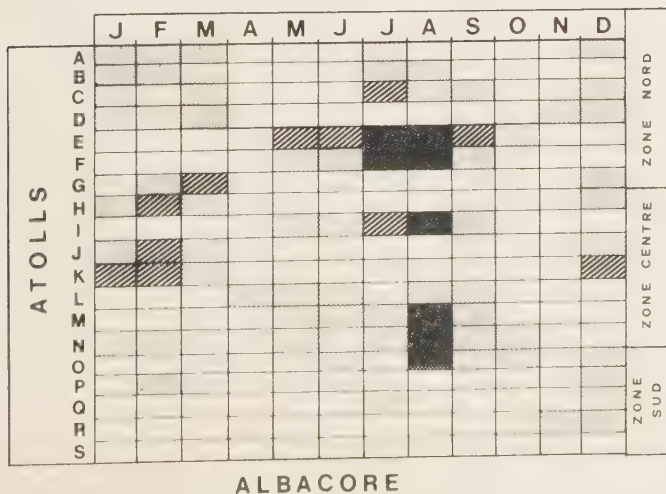


Figure 89. Saisons de pêche des canneurs dans les différents atolls des Maldives (d'après Marcille et de Reviers, 1981).



- Zone sud:

- . saison du listao variable avec cependant des pics d'abondance en janvier-février et mai-juin;
- . pour l'albacore pas de saison marquée et faibles prises.

4.1.5 Structure de taille des captures

Un suivi des débarquements dans les atolls du nord-ouest a permis d'avoir une idée de la structure de taille de la population exploitée. Pour les listaos, les individus les plus âgés apparaissent dans la pêche en juillet et en novembre ($62\text{cm} < \text{LF} < 65\text{ cm}$). Le reste du temps, les captures concernent de jeunes individus dont la taille modale se situe à 37-39cm en juin, 39-41cm en juillet, et 40-42cm en août (FAO/UNDP, 1985). D'après Anderson (comm. pers.), l'absence de grands listaos en dehors de juillet et novembre serait plutôt due à un mauvais échantillonnage qu'à une réelle absence. Quant aux albacores, il s'agit presque toujours d'individus de petite taille. Les quelques distributions mensuelles de taille disponibles, tant pour le listao que pour l'albacore, sont présentées à la figure 90.

4.2 PECHE THONIERE ARTISANALE EN INDE

La pêche thonière en Inde est encore un domaine où l'activité artisanale reste largement prédominante malgré quelques récentes prospections de type industriel réalisées au moyen d'un canneur et de palangriers.

Avec des débarquements de l'ordre de 17 600 tonnes en 1983, cette pêche ne représente encore que 1% des captures marines totales du pays. Pour arriver à ce niveau de captures, tout un arsenal de techniques et d'engins se trouve déployé. Certaines régions seront plus spécialisées que d'autres dans l'utilisation de tel ou tel engin, ou dans la mise en oeuvre des différentes techniques. En général, le thon n'est pas l'espèce recherchée en priorité; en effet, hormis la pêche à l'appât vivant pratiquée aux îles Laccadives et peut-être la pêche à la traîne à partir de Tuticorin (figure 91), tous les engins utilisés le long de la côte sont conçus pour capturer un maximum d'espèces et accessoirement le thon.

4.2.1 Engins et techniques de pêche

Les thonidés sont exploités au moyen de cinq engins de pêche différents, à savoir:

- lignes de traîne;
- filets maillants;
- sennes;
- cannes avec appât vivant;
- lignes à main (palangres ou palangrotes).

4.2.1.1 Pêche à la traîne

Cette pêche, couramment pratiquée en Inde, est très développée dans la région du Tamil Nadu au sud-est et plus spécialement à Tuticorin. Les embarcations sont de taille modeste (de 6 à 9m) et souvent non motorisées. Les bateaux de petite taille n'utilisent que 7 lignes de traîne alors que les plus grands en ont 9. Six d'entre elles sont frappées sur deux tangons situés de part et d'autre de la barque et les trois autres directement fixées le long de la partie arrière de la coque. Les longueurs des lignes varient de 25 à 45m, les plus longues étant celles des tangons. Suivant les régions et les saisons, la pêche se fait au moyen d'un leurre artificiel coloré ou d'un poisson frais fixé à l'hameçon. De pratique courante dans la région jusqu'en 1970, la pêche à la traîne est supplantée progressivement par les filets maillants.

4.2.1.2 Pêche aux filets maillants

Les nappes de filets ont une longueur variable, selon le nombre de pièces qui sont aboutées. Ce nombre peut aller de 10 à 20 et constituer alors un ensemble d'environ 800m de long pour une chute d'environ 5 à 10 mètres. Les nappes utilisées sont maintenant en nylon monofilament avec des mailles différentes suivant la taille des poissons recherchés; les petits thons et les thazards sont pris avec des filets à maille de 6 à 15cm, la capture des gros thonidés nécessitant des mailles de 11 à 36 cm. En fonction de la distribution de taille des thons présents dans les diverses régions, des mailles plus ou moins grosses sont utilisées (tableau 11).

Tableau 11
Dimensions du maillage utilisé pour
les filets maillants dans quelques
centres de débarquement en Inde
(d'après C.M.F.R.I., 1983)

Centres de pêche	Mailles utilisées (en mm)
Ratnagiri	90, 115 et 130
Goa	115 à 130
Mangalore	110 à 130
Calicut	110 à 130
Cochin	105 à 120
Neendakara	105 à 120
Tuticorin	140

Les opérations de pêche sont journalières; les pêcheurs quittent leur base vers 16 heures pour se rendre sur leurs lieux de pêche qu'ils atteignent généralement avant 20 heures; ceux-ci se situent en général entre les isobathes 30 et 50 mètres. La pose du filet dure environ 1 heure mais peut varier selon la longueur de nappe utilisée. Le filet est laissé en dérive pendant 3 ou 4 heures puis est relevé (durée de relève: 1 à 2 heures suivant la capture). Les embarcations sont de retour à leur port d'attache entre 6 et 9 heures pour le débarquement et la vente.

Les embarcations utilisées dépendent de leur région d'origine; il n'existe donc aucun bateau type. Elles vont de la petite barque de 6m, non motorisée (dug-out canoe) à la grande barque moderne de 14 à 15m avec moteur diesel in-board de 30 à 40 CV, en passant par toute une gamme d'embarcations, pontées ou non, de 7 à 8m avec moteur hors-bord ou in-board.

Les filets maillants sont les engins de pêche artisanaux les plus utilisés en Inde. Ils sont inégalement répartis tout au long de la côte (figure 92). Les pêcheurs de l'état du Tamil Nadu (sud-est) sont passés maîtres dans ce type de pêche et possèdent à eux seuls plus de la moitié des filets maillants en activité. Bon nombre de ces pêcheurs se sont même expatriés et pêchent dans d'autres états; c'est ainsi par exemple que 90% des filets maillants opérant à partir de Cochin sont la propriété de pêcheurs originaires du Tamil Nadu.

4.2.1.3 Pêche à la senne

Cette méthode de pêche est relativement récente en Inde et n'est pratiquée pour l'instant que sur la côte ouest. Les principaux centres sont Goa, Mangalore et Cochin. Les sennes ont des longueurs de l'ordre de 400 à 600m pour une chute de 40 à 60m; les plus grandes peuvent mesurer jusqu'à 800m. Elles sont manoeuvrées à partir de grandes barques (14 à 15m) avec moteur in-board diesel de 30 à 40 CV. Les opérations de pêche sont diurnes et les senneurs rentrent tous les jours, en fin d'après midi pour débarquer leurs prises. Celles de thonidés (surtout thonine) sont, en fait, accessoires, les espèces cibles étant les sardines et les maquereaux. Une flotte d'environ 350 senneurs opère actuellement le long des côtes du Kerala et du Karnataka (Silas et Pillai, 1984).

4.2.1.4 Pêche à l'appât vivant

La pêche à l'appât vivant n'est développée qu'aux îles Laccadives et plus particulièrement à Minicoy. Ce type de pêche était pratiqué à partir de bateaux traditionnels appelés "mas odies" très semblables à ceux des Maldives. Ils sont devenus plus rares et sont peu à peu remplacés par des embarcations de plus petite taille (8 à 9m seulement). La propulsion est assurée par un moteur diesel de 10 à 30 CV, disposé au centre du bateau. Il existe toujours un mât de 3 à 4m de haut, permettant de hisser une voile en cas de panne. La compartimentation de la coque prévue pour le stockage de l'appât a disparu et a été remplacée par un vivier unique de 1 m³ environ, placé à l'avant du moteur. Afin de mieux récupérer l'appât vivant lors des opérations de pêche, ce vivier est partagé en deux par une cloison de planches amovibles et perforées. Ces perforations assurent une bonne circulation d'eau nécessaire à la survie de l'appât.

La technique de pêche est la même qu'aux Maldives. Elle consiste à poser sur le fond un filet (4,5m x 5,5m) à petites mailles (6 à 8mm), qui est ensuite relevé depuis l'embarcation. Dans cet archipel, l'appât vivant étant plus rare qu'aux Maldives, la technique de pêche est légèrement différente. En eaux peu profondes, au lieu de poser le filet à plat sur le fond, on maintient l'un des côtés hors de l'eau au moyen de perches tandis que le côté opposé, lesté de pierres, est maintenu sur le fond. Deux pêcheurs, distants l'un de l'autre d'une dizaine de mètres et tenant chacun l'extrémité d'un cordage sur lequel sont accrochées des feuilles de cocotier, avancent dans l'eau en direction du filet. En agissant ainsi, le poisson plus ou moins dispersé est regroupé vers le filet. Une fois capturé, il est mis directement en vivier, ou stocké dans des cages flottantes.

La faible abondance d'appât limite les exigences sur les espèces recherchées. Ainsi, la majorité des petits pélagiques côtiers est utilisée, dans la limite des tailles adéquates. Jones (1964) indique qu'une cinquantaine d'espèces peuvent servir régulièrement ou occasionnellement d'appât. Lorsqu'aucune pêche d'appât n'est possible, les canneurs essayent de pêcher le thon à la traîne. Il y a actuellement environ 250 embarcations qui pratiquent cette pêche aux Laccadives (Silas et Pillai, 1984).

4.2.1.5 Pêche à la ligne à main

Les captures de thon ne rentrent que pour une part insignifiante dans les débarquements de ces pêcheries; la technique se pratique sur toutes les côtes et plus particulièrement dans le sud du pays, à Tuticorin et Vizhinjam .

4.2.2 Captures et rendements

La mise en oeuvre de barques motorisées et l'introduction des filets maillants en nylon, dans les nombreux centres de pêche de la côte ouest et dans le golfe de Mannar, ont permis un accroissement constant des débarquements thoniers du pays. Cette évolution est présentée au tableau 12 et à la figure 93.

De 1970 à 1979, on assiste à une augmentation régulière des prises, qui passent de 3 000 à 26 000 tonnes environ; après une année exceptionnelle en 1979, elles se sont stabilisées autour de 18 000 - 20 000 tonnes. L'examen du tableau 12 montre qu'il existe des variations importantes d'un état à l'autre. Les 4/5 des pêches se font sur la côte ouest; l'état du Kerala représente à lui seul presque la moitié des prises indiennes, le Tamil Nadu environ 17% et les Laccadives 12%. Les prises faites aux îles Andaman et à Nicobar sont négligeables. Silas et Pillai (1984) estiment que 66% des débarquements sont encore dûs aux embarcations non mécanisées.

Les rendements sont difficiles à apprécier. Il semble que, pour les filets maillants, ils soient de l'ordre de 100 kg par jour de pêche; à Cochin, des rendements moyens par jour de pêche étaient de 109,3 kg en 1981 et 93,2 kg en 1982. Pour la pêche à la canne avec appât vivant, les rendements sont du même ordre que ceux obtenus aux Maldives, à savoir 100 à 150 kg par jour de pêche.

4.2.3 Saisons de pêche et composition des captures

Les thonines, les listaos et les auxides sont les principales espèces capturées en Inde continentale avec respectivement 65%, 11% et 7% des prises totales de thonidés. Dans l'archipel des Laccadives au contraire les listaos et les albacores prédominent avec 73% et 25% des débarquements (FAO/UNDP, 1985). Les saisons de pêche de la thonine sont présentées à la figure 94. Au fur et à mesure que l'on descend vers le sud, on remarque que la saison de pêche avance dans le temps. En début d'année la thonine est abondante aux environs de Mangalore; elle quitte progressivement cette région pour se retrouver fin juin à la pointe sud de l'Inde, et passer en juillet-août dans le golfe de Mannar (Tuticorin) où elle est y pêchée en abondance.

Aux Laccadives, le listao est principalement pêché d'octobre à décembre et en mars-avril. Les individus capturés ont de 40 à 50 cm de long et se répartissent en un mode unique en novembre; de décembre à avril on observe une distribution plurimodale avec des poissons dont la taille est comprise entre 40 et 60 cm. L'albacore est surtout pêché de décembre à février, la taille des poissons se situant entre 40 et 70 cm.

4.3 LA PECHE THONIERE ARTISANALE A SRI LANKA

La pêche thonière à Sri Lanka, activité traditionnelle, a fortement évolué dans les vingt dernières années. Stabilisée autour de 2 000 - 3 000 tonnes par an jusqu'en 1962, la production s'est ensuite accrue considérablement jusqu'en 1968-69 pour se stabiliser en 1981-82 aux environs de 30 000 à 35 000 tonnes. Cette production représente désormais 15% à 20% du total des débarquements du pays.

Les pêcheries à la canne, à la traîne, aux filets maillants et à la palangre exploitent principalement le listao, l'albacore, la thonine et l'auxide.

Tableau 12

Evolution des captures thonières par état
en Inde, de 1970 à 1983
(d'après Silas et Pillai, 1984).

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Bengale ouest et Orissa	1	42	28	46	9	16	84	37	609	31	34	250	409	37
Andhra Pradesh	135	293	495	141	683	664	334	449	328	437	419	318	816	756
Pondicherry	2	16	1	-	9	-	-	-	3	1	-	55	52	118
Tamil Nadu	788	1 044	658	624	1 691	1 785	2 923	3 237	1 169	3 211	4 233	3 820	3 214	3 253
Kerala	1	226	3 043	3 626	2 699	5 927	5 845	12 880	6 705	6 548	15 391	10 611	5 509	7 281
Karnataka	4	515	134	124	394	212	576	622	614	1 717	952	2 517	2 268	1 795
Goa	2	-	-	-	-	2	23	107	300	742	356	188	6	25
Maharashtra	278	292	294	743	286	274	463	312	1 939	1 772	1 674	1 248	3 192	2 433
Gujarat	-	1	1	268	579	546	734	332	451	442	277	1 600	358	453
Iles Laccadives	570	774	514	1 020	1 254	1 932	1 291	1 166	1 875	2 794	1 760	2 236	2 966	2 966
Iles Andaman et Nicobar	9	12	9	13	7	9	13	37	57	57	55	42	35	35
TOTAL	3 015	6 032	5 760	5 678	10 838	11 285	19 321	13 004	13 893	26 595	20 371	17 783	20 597	17 622

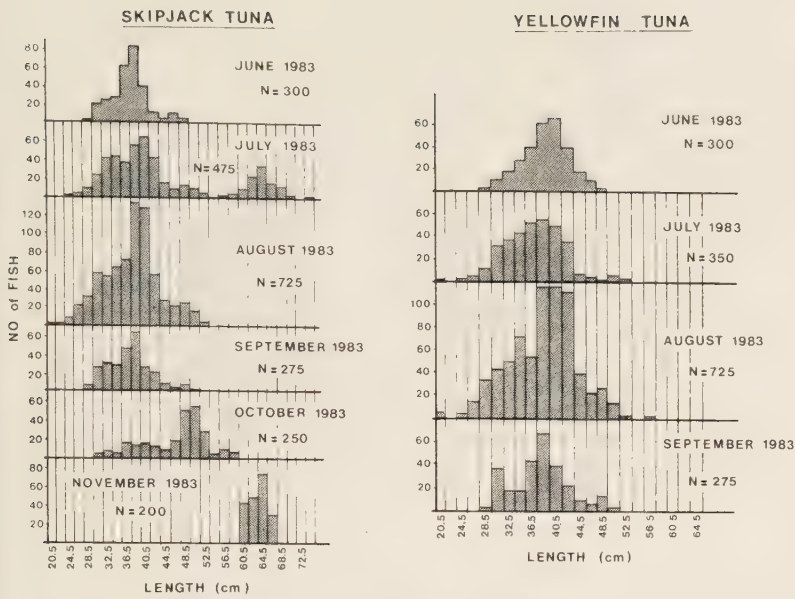


Figure 90. Distribution mensuelle des fréquences de taille des captures réalisées dans le secteur nord-ouest de l'archipel des Maldives (FAO/UNDP, 1985).

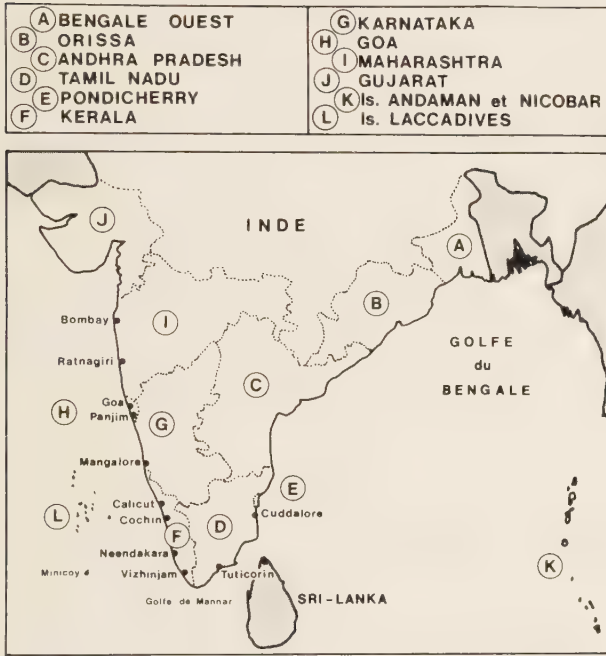


Figure 91. Provinces de l'Inde et principaux points de débarquements thoniers.

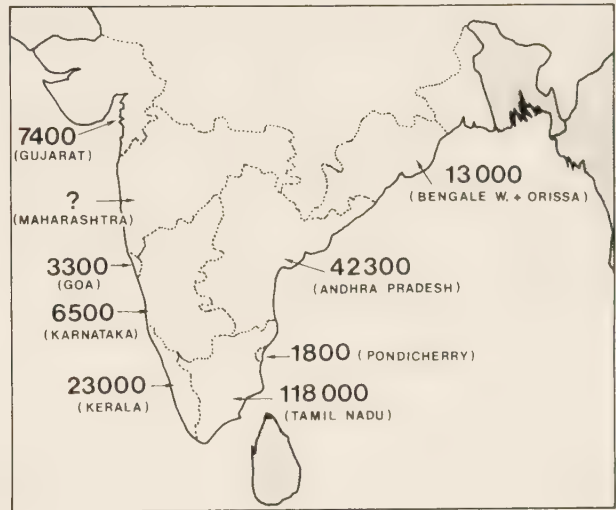


Figure 92. Nombre de filets maillants dérivants dans les divers états de la Péninsule Indienne (d'après Silas et Pillai, 1984).

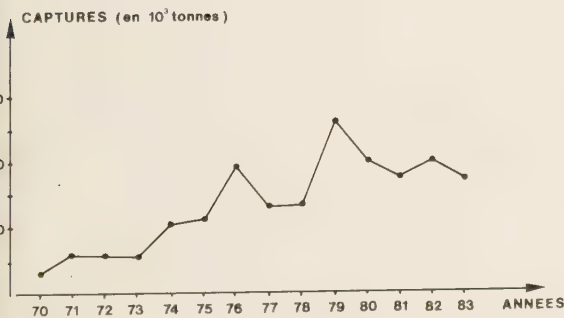


Figure 93. Evolution des débarquements thoniers en Inde de 1970 à 1983 (d'après Silas et Pillai, 1984).

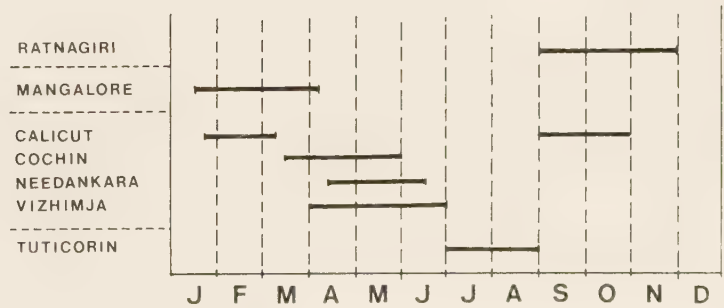


Figure 94. Saisons d'abondance de la thonine (*E. affinis*) sur la côte ouest et sud-est de l'Inde.

4.3.1 Méthodes de pêche

4.3.1.1 Pêche à l'appât vivant

C'est la méthode de pêche au thon la plus ancienne. Surtout populaire dans la partie sud et sud-ouest du pays, cette technique s'est peu à peu développée sur la côte est conjointement à la motorisation croissante des bateaux.

Avant les années 1960, la pêche à la canne était pratiquée par les pirogues traditionnelles à voile de 5 à 6 m de long, avec un équipage de 5 à 7 hommes. Au cours des 20 dernières années, de nouvelles embarcations ont fait leur apparition: grosses barques pontées en bois (3,5 tonnes pour 8,5 m de long) et propulsées par un moteur diesel in-board. Ces bateaux de conception polyvalente peuvent pratiquer les différents types de pêche: canne, filets maillants, traîne, ou palangre. Cette absence de spécialisation fait qu'aucun vivier n'est prévu à bord; l'appât est stocké dans de grands paniers en osier tressé fixés le long du bord et remorqués jusque sur les lieux de pêche (Ben Yami, 1980).

Les pêches d'appât vivant se font au moyen d'un filet carré de 10 à 12 m² posé à plat sur le fond puis relevé. Ce filet devant être utilisé la plupart du temps sur des fonds rocheux, la nappe principale sert de protection; elle est en fil de chanvre tressé (diamètre 1,5 mm) et les mailles ont environ 6 cm. Une nappe plus petite à mailles fines, cousue au centre de la nappe principale retient le poisson. Deux embarcations sont nécessaires pour la manoeuvre du filet (soit deux pirogues, soit une pirogue et une barque); elles sont maintenues écartées l'une de l'autre par deux grandes perches, le filet étant situé entre les deux embarcations. Des cordages fixés aux quatre coins permettent de remonter la nappe en surface. La plus grande partie de l'appât capturé par les pêcheurs Sri Lankais est constituée par des Caesionidés et des Apogonidés surtout inféodés à un habitat rocheux. Les poissons capturés sont transférés dans les paniers flottants prévus à cet usage sur le côté des embarcations. Les opérations de pêche sont répétées jusqu'à ce qu'une vingtaine de kg d'appât ait été obtenue.

4.3.1.2 Pêche à la traîne

La pêche à la traîne existait à Sri Lanka bien avant que les pirogues ne soient motorisées; les apports étaient cependant relativement faibles. La motorisation des pirogues et la mise en service des nouvelles embarcations de 3,5 tonnes ont permis à cette technique de se développer à partir des années 1959-1960. Il s'agit en effet d'une technique de pêche peu onéreuse et libérée des contraintes imposées par la collecte de l'appât vivant. Cette méthode de pêche, pratiquée tout autour de l'île sauf dans l'extrême nord, est en déclin depuis quelque temps déjà, du fait des hausses importantes du prix du carburant.

4.3.1.3 Pêche à la palangre

Plus récemment introduite, elle est devenue populaire avec le développement de la motorisation, mais rapidement les faibles rendements et le coût prohibitif de l'appât ont limité son expansion (Joseph, 1984). Quelques bateaux pratiquent toutefois cette pêche saisonnièrement sur le plateau continental de la moitié sud de l'île.

4.3.1.4 Pêche aux filets maillants

C'est surtout à partir de 1960 que les embarcations motorisées de 3,5 tonnes et 8-9 mètres commencèrent à utiliser les filets maillants. Plus récemment, la mise en service par le Ceylon Fisheries Corporation de barques plus grandes (11 tonnes pour 12-13 mètres de long) a été à l'origine du développement de cette pêche. Les bons résultats obtenus, ont encouragé de nombreux pêcheurs ayant des embarcations plus petites et pratiquant la pêche à la canne ou à la traîne, à se tourner progressivement vers l'emploi de cette technique. La pêche au filet maillant est désormais utilisée dans tout le sud et l'est du pays.

4.3.1.5 Autres engins

Les sennes de plage contribuent également à la production thonière du pays mais leur nombre est en constante diminution depuis le début de la motorisation des barques.

4.3.2 Captures et rendements

4.3.2.1 Volume des captures

L'introduction des nouveaux bateaux motorisés, la motorisation des pirogues traditionnelles et l'utilisation des filets en nylon sont les principales causes de l'accroissement des prises à partir de 1962 (figure 95). Les premières années ont été marquées par des résultats variables, dûs en grande partie à une extension de l'activité de pêche vers les secteurs du large peu connus. De 1970 à 1979, les captures sont restées stables (23 000 tonnes par an) puis se sont accrues à nouveau en 1981 et 1982.

Avec 37% des mises à terre, le sud de l'île est la principale région thonière avec trois principaux centres: Galle, Matara et Tangale. Dans le secteur ouest, sont assurés 27% des débarquements, principalement à Negombo et à Kalutara. Dans le secteur nord et sur la côte est, la pêche au thon est relativement réduite (figure 96).

4.3.2.2 Rendements

Les rendements journaliers varient en fonction de l'engin et de la zone de pêche. Pour une embarcation motorisée pratiquant la pêche à la canne à l'appât vivant, le rendement moyen par jour de pêche varie de 150 à 200 kg (Sivasubramanian, 1965). Si cette embarcation pêche à la traîne pendant 3 à 5 heures, le matin, son rendement moyen sera de l'ordre de 30 à 35 kg/jour. Les rendements obtenus par les filets maillants sont très variables. Ils peuvent atteindre 450 kg/jour de pêche au large de Colombo lorsque les opérations sont conduites au-delà du plateau continental et 180 kg/jour seulement lorsque les mêmes embarcations opèrent plus près des côtes, sur le plateau (De Bruin, 1970). L'évolution des rendements moyens en listao des principaux engins de pêche artisanaux, en fonction des secteurs de pêche, est présentée au tableau 13.

4.3.3 Composition spécifique des captures

Globalement, le listao est toujours prédominant (tableau 14). Cependant, la proportion de chaque espèce varie en fonction de l'engin utilisé et de la distance à la côte des lieux de pêche (tableau 15).

Tableau 13

Rendement moyen des différents engins de pêche
en fonction des secteurs de pêche à Sri Lanka
(d'après Sivasubramanian, 1972).

Engin de pêche	Embarcation	Secteur				
		NW	W	SW	S	E
filet maillant dérivant	8-9m; 3,5t.	59	143	89	116	70
	10-12m; 11t.	155	312	281	254	133
canne et appât vivant	8-9m; 3,5t.	-	*	179	177	105
	pirogue	-	92	140	128	88
traîne	8-9m; 3,5t.	*	18	27	23	14

* données insuffisantes

Tableau 14

Composition spécifique des débarquements thoniers
artisanaux à Sri Lanka de 1976 à 1982
(d'après Joseph, 1984)

années	captures totales (en t)	Listao		Albacore		autres espèces	
		captures (en t)	%	captures (en t)	%	captures (en t)	%
1976	23 899	12 031	50,3	6 807	28,5	5 061	21,2
1977	23 159	11 221	48,5	5 631	24,3	6 307	27,2
1978	23 405	10 822	46,2	5 285	22,6	7 298	31,2
1979	22 390	8 179	36,5	6 070	27,1	8 141	31,2
1980	29 191	12 502	42,8	6 798	23,3	8 530	29,2
1981	32 552	13 792	42,4	7 562	23,2	11 198	34,4
1982	34 115	13 250	38,8	8 288	24,3	12 577	38,9

Tableau 15

Proportions par engin de pêche (exprimées en %)
des espèces de thon capturées à Sri Lanka
(d'après Sivasubramanian, 1970).

Engin	secteur	profondeur	listao	albacore	patudo	thonine	auxide
traîne	côtier	surface	27,3%	12,6%	0	31,2%	28,9%
canne appât vivant	côtier	surface	87,6%	2,5%	0	4,4%	5,4%
	large	surface	61,0%	35,3%	0	2,7%	1,0%
filet maillant dérivant	côtier	1 - 20 m	57,7%	28,2%	0	7,7%	6,3%
palangre artisanale	côtier	75 - 125 m	0,7%	71,2%	28,1%	0	0
	large	75 - 125 m	0,1%	68,1%	31,0%	0	0

La pêche à la traîne, en général très côtière, exploite surtout les thons mineurs (thonine et auxide), alors que les autres engins déployés plus au large capturent surtout listaos et albacores. Selon Joseph (1984) l'abondance en thon est plus élevée sur la côte sud et au large de Batticaloa (côte est) où le listao dominerait; au large de Negombo (côte ouest) de Tricomalee (côte est), l'albacore est l'espèce dominante (Sivasubramanian, 1965).

4.3.4 Structure de taille

4.3.4.1 Albacore

La majorité des albacores exploités à Sri Lanka par la pêche artisanale est âgée de moins de 2 ans. Les engins de surface, opérant à moins de 15- 20 milles de la côte, débarquent des individus dont les tailles varient de 35 à 80 cm pour les canneurs et de 55 à 90 cm pour les filets maillants (figure 97); les palangres capturent des individus de plus grande taille compris entre 115 cm et 155 cm et âgés de 3 à 5 ans. Le recrutement des jeunes poissons (20 à 30 cm) a lieu en mai au large du secteur ouest (Joseph, 1984).

A partir de la composition en tailles des captures par zone de pêche, un schéma de migration de l'espèce a pu être proposé par Joseph (1984). Les jeunes individus d'un an environ pénétreraient dans les eaux sri lankaises au sud du pays. Pendant leur deuxième année, ils effectueraient un déplacement vers le nord. Au cours de leur troisième année, ils plongeraient plus profondément et deviendraient accessibles, d'abord aux palangres artisanales dans le golfe de Mannar et ensuite aux palangriers étrangers dans les eaux du large (figure 98).

4.3.4.2 Listao

Les tailles des listaos exploités par les pêcheries de surface varient de 30 à 78 cm. Les lignes de traîne capturent les plus petits individus (modes à 34 cm et 43 cm); les filets maillants, beaucoup plus sélectifs, prennent une fraction importante de gros poissons, alors que les prises des canneurs couvrent une gamme de taille plus étendue; de 45 à 60 cm (figure 99).

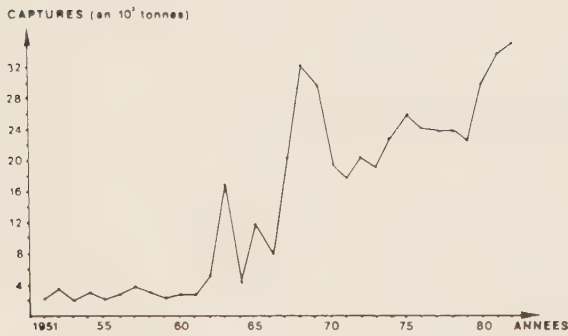


Figure 95. Evolution annuelle des débarquements thoniers à Sri Lanka de 1951 à 1982 (d'après Joseph, 1984).

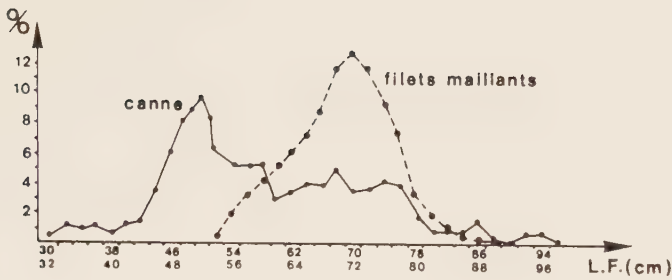


Figure 97. Distribution des fréquences de taille des albacores débarqués par la pêche artisanale à Sri Lanka (d'après FAO/UNDP, 1985).

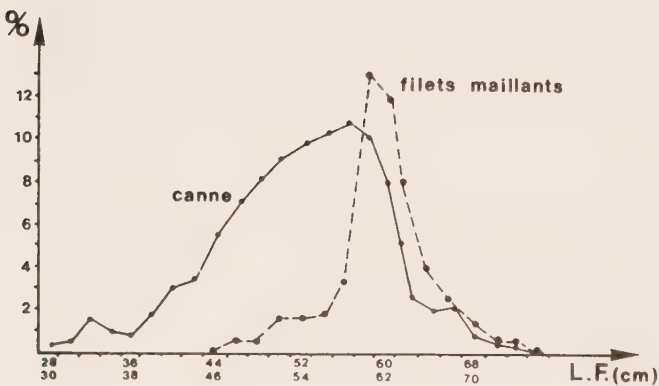


Figure 98. Distribution des fréquences de taille des listaos débarqués par la pêche artisanale à Sri Lanka (d'après Anon., 1985).

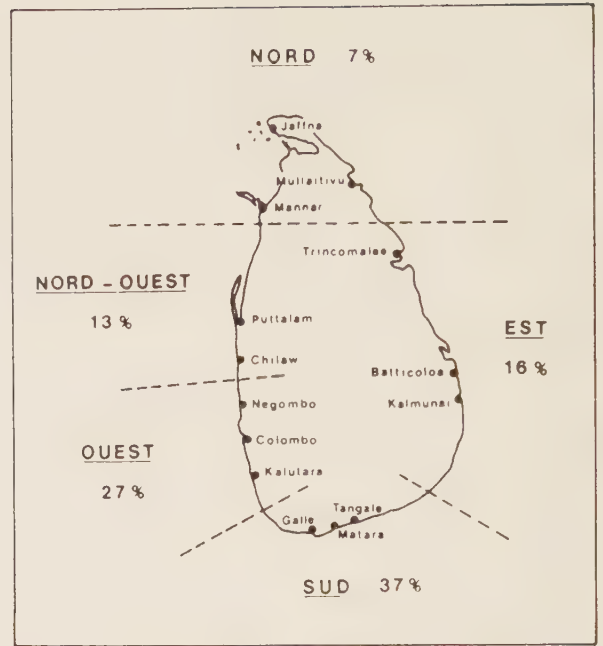


Figure 96. Répartition des débarquements de thon à Sri Lanka (d'après Joseph, 1984).

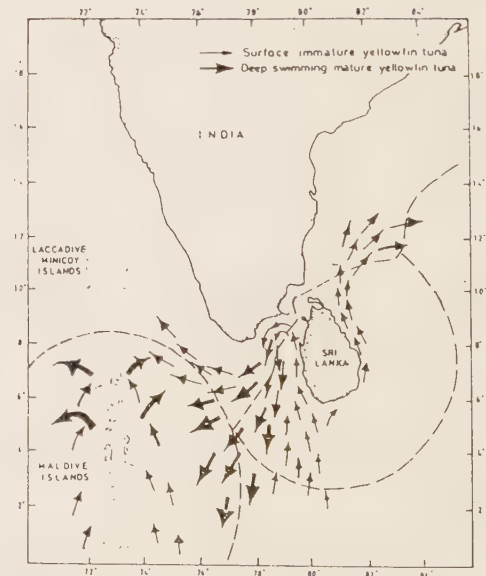


Figure 99. Migrations possibles de l'albacore dans les eaux sri lankaises et maldiviennes (d'après FAO/UNDP, 1985).

4.3.5 Saisons de pêche

Avant le développement de la pêche au filet maillant, la majorité des listaos était capturée à la canne de juin à août et de novembre à mars, sur la côte sud-ouest du pays, et de juillet à septembre sur la côte est, les albacores n'étant vraiment abondants qu'en février et mars. La pêche à la traîne assure de bons rendements en jeunes listaos et en albacores, de juin à août, c'est-à-dire en mousson de sud-ouest. Pour les filets maillants, la saison principale de capture des listaos se situe de juin à septembre sur la côte ouest, en juillet et août dans le secteur sud-ouest et de mai à septembre au sud du pays (Sivasubramanian, 1972). En mousson de sud-ouest les bancs de listao seraient généralement mélangés avec d'autres espèces alors que de novembre à mars, les bancs monospécifiques de listao prédominent (Joseph, 1984).

4.4 PECHE THONIERE ARTISANALE EN INDONESIE

Les captures totales de thon et de petits thonidés en Indonésie étaient estimées à 226 000 tonnes en 1984, 181 000 tonnes étant capturées en mer de Java et dans le pacifique ouest et 45 000 tonnes environ dans l'océan Indien. L'évolution des captures faites dans l'océan Indien est indiquée au tableau 16: elle montre une progression sensible des prises totales qui sont passées de 17 000 tonnes en 1976 à plus de 45 000 tonnes en 1984. Ce total comprend en majorité des petits thonidés, surtout thonine et auxide, généralement capturés par les pêcheries artisanales les plus côtières. Les listaos avec près de 30% du total sont principalement capturés à la traîne dans l'ouest de Sumatra et au filet maillant sur la côte sud de Java. Le groupe des grands thonidés ne représente que 14% des prises; il comprend surtout des albacores et patudos capturés soit à la palangre, soit aux lignes à main et lignes de traîne. En Indonésie, le tiers seulement des pêches industrielles palangrières (2 100 tonnes en 1984) provient de l'océan Indien, l'effort de pêche étant plutôt concentré en mer de Banda (Indo-Pacifique). Les principaux centres de pêche et de débarquements (figure 100) sont situés à Banda Aceh, au nord de Sumatra, à Padang sur la côte ouest, à Pelabuhan ratu, Prigi et Muncar, au sud de Java et à Bali. En 1985 une base de canneurs à appât vivant a été créée à Kupang (sud Timor), pour l'exploitation du listao.

Tableau 16

Captures indonésiennes de thon
(en milliers de tonnes)
dans l'océan Indien de 1976 à 1984.

années	grands thonidés	listao	petits thonidés	Total
1976	1,3	5,5	10,1	16,9
1977	2,4	4,0	15,2	21,6
1978	2,8	4,1	9,1	16,0
1979	3,2	6,5	8,8	18,5
1980	3,3	7,6	15,2	26,1
1981	3,4	6,6	17,5	27,5
1982	3,7	11,8	22,9	38,4
1983	5,9	12,5	23,4	41,8
1984	5,4	13,7	26,0	45,1

4.4.1 La pêche thonière au nord de Sumatra

4.4.1.1 Technique de pêche

Elle se pratique principalement au moyen de sennes tournantes. Les bateaux utilisés ont 18 à 20 m de long, 3,5 m de large et un tirant d'eau de 1,5 m environ pour un tonnage de 19 à 26 tonnes. La propulsion est assurée par des moteurs in-board de 45 à 105 CV. Les filets ont de 700 à 1 200 m de long pour 40 à 60 m de chute, avec un poids moyen de 5 tonnes dont 600 kg de lest. Sur la ralingue supérieure, les flotteurs sont disposés tous les 60 à 80 cm. La chute de cette senne étant faible, les 60 anneaux dans lesquels passe la coulisse ne sont disposés que sur une moitié du filet (Marcille et al., 1984). Une vingtaine d'hommes est nécessaire pour le manoeuvrer. Les sorties en mer ne durent que la journée, de 4 à 6 heures du matin jusqu'en fin d'après-midi. La pêche se fait sur des bancs repérés à vue.

4.4.1.2 Zones de pêche

Elles sont très localisées et toujours proches (moins de 20 milles) des points de débarquement. Listaos et albacores sont généralement pêchés à l'ouest de l'île Breuh, le long de l'isobathe des 100 m; pour les petits thonidés, surtout auxides et thonines, ce sont les zones situées à l'est de l'île Breuh d'une part et entre Sabang et Banda Aceh d'autre part qui présentent les meilleurs rendements. Dans cette partie nord de Sumatra, il existait environ 240 senneurs en 1982; 40 à 50% de ces navires opèrent chaque jour sauf le vendredi.

4.4.1.3 Captures et rendements

Le total des captures a atteint 1 600 tonnes en 1981 et environ 1 550 tonnes en 1982. La composition spécifique présente une grande variabilité interannuelle et même saisonnière. C'est ainsi, par exemple, qu'entre le deuxième semestre 1981 et le premier semestre 1982, la proportion de listaos dans les prises passait de 47% à 11% et celle de thons mineurs croissait de 50% à 88%. Les rendements moyens par bateau et par jour de pêche pour la période mai 1984-juillet 1985 sont présentés sur le tableau 17 (Merta, 1985).

Les rendements journaliers, très variables, atteignent une valeur moyenne de l'ordre de 200 kg/jour ce qui donne un niveau de production moyen d'environ 35 à 40 tonnes par bateau et par an. Marcille et al. (1984) mentionnent en 1978, des productions de 58 et 56 tonnes pour deux senneurs ayant travaillé très régulièrement tout au long de l'année (respectivement 303 et 277 jours de pêche).

4.4.2 L'ouest de Sumatra

4.4.2.1 Technique de pêche

Environ 500 bateaux pratiquent la pêche à la traîne dans l'ouest de Sumatra; les 2 plus grands centres de débarquement sont Padang et Parianam avec respectivement 220 et 140 unités en 1981 (Marcille et al., 1984).

Tableau 17

Rendements obtenus par les senneurs artisanaux
à Banda Aceh (en kg/jour/bateau).

mois	Nombre de bateaux	albacore	listao	Auxide	Total
<u>1984</u>					
mai	9	2,2	94,6	40,6	137,4
juin	38	2,8	64,0	39,8	106,6
juillet	50	6,8	39,8	69,7	116,3
août	31	16,1	221,0	196,8	433,9
septembre	20	6,8	188,0	208,5	403,3
octobre	174	1,4	58,0	312,7	372,1
novembre	497	12,6	160,1	55,5	228,2
décembre	409	4,0	157,5	121,9	283,4
<u>1985</u>					
janvier	417	0,6	113,7	149,8	264,1
février	404	-	97,7	194,3	292,0
mars	314	0,3	47,0	55,7	103,0
avril	279	-	7,2	142,7	149,9
mai	139	-	12,3	451,7	464,0
juin	45	4,9	99,9	51,7	156,5
juillet	219	-	83,2	104,1	187,3

Les embarcations ont une quinzaine de mètres de long (15 à 20 tonnes) avec des moteurs diesel in-board de 33 CV. Les sorties en mer varient de 4 à 15 jours, en fonction de la saison et des captures. Le poisson est conservé dans la glace (2,5 tonnes en blocs de 50 kg). Pendant la journée, chaque bateau traîne, à 5 ou 6 noeuds, une quinzaine de lignes. Il stoppe la nuit et vient souvent mouiller à l'abri des îles proches. Trois à cinq pêcheurs constituent l'équipage de ces bateaux. Le retour de marée a lieu une fois les cales remplies (600 à 700 kg). Depuis 1983 certains pêcheurs ont commencé à employer des bateaux plus petits appelés "kapal unyil" munis de moteurs de 12 CV, ceci afin de réduire les coûts d'opération. Les marées durent de 3 à 7 jours et ont lieu dans les mêmes secteurs de pêche que ceux où opèrent les unités plus grandes. 51 embarcations de ce type étaient enregistrées à Padang en 1984 (Merta, 1985).

4.4.2.2 Zones de pêche

Elles sont situées au large de Padang, autour des îles Mentawai, (10 à 20 heures de route). Ces zones varient en fonction de la saison. De juillet à septembre, des vents de sud assez forts gênent considérablement les opérations de pêche, entraînant une baisse sensible de l'activité. De novembre à avril, une grande partie de la pêche se fait autour d'épaves dérivantes, nombreuses à cette époque dans les parages des îles Mentawai et au large de celles-ci.

4.4.2.3 Captures et rendements

Pour l'ensemble de la région ouest de Sumatra, les captures totales réalisées par cette pêche à la traîne ont été de 5 400 tonnes en 1979 et de 6 900 tonnes en 1980. La ventilation spécifique des captures n'est pas connue dans le détail mais il est estimé qu'environ 80% des prises sont constituées de listao (Merta, 1985). A partir d'un échantillon de 10 bateaux, basés à Padang et représentatifs de la flottille, Marcille et al., (1984)

estiment que les meilleures captures ont lieu de janvier à juin (2t/bateau/mois) et les plus basses de juillet à novembre (1 à 1,5t/bateau/mois). Sur la base d'enquêtes faites en 1982, toujours à Padang, ces mêmes auteurs estiment que la production annuelle par bateau serait de 20 tonnes environ. Le poids des listaos et albacores les plus couramment capturés sont de l'ordre de 1 à 1,5 kg, ce qui correspond à des individus de petite taille (moyenne de 40 cm de longueur à la fourche pour les deux espèces).

4.4.3 Java

Une grande variété d'engins de pêche est utilisée à Pelabuhan Ratu qui est le centre de pêche au thon le plus important de Java avant Prigi et Muncar. Parmi ces engins, nous en retiendrons deux qui sont responsables de la quasi totalité des débarquements thoniers de l'île: les filets maillants et les "payang".

4.4.3.1 Pêche au filet maillant

- Technique de pêche: les embarcations utilisées pour la pêche au filet maillant ont entre 10 et 12 mètres de long (2,5 à 4 tonneaux). Elles sont propulsées par un moteur hors-bord de 40 CV et ont un équipage de 3 à 4 hommes. Les filets, posés généralement à 4m sous la surface, sont constitués d'une vingtaine de pièces en nylon d'une longueur de 60-65 m sur 18 à 20 m de chute (maille de 8 à 10 cm environ), mises bout à bout. Les sorties en mer sont généralement d'une journée mais peuvent parfois durer 2 ou 3 jours; de la glace est alors embarquée pour la conservation du poisson. L'opération de pêche proprement dite s'effectue de nuit (pose du filet en fin d'après-midi et levée avant l'aube).

- captures et rendements: en 1983, 169 bateaux pratiquaient ce type de pêche à Pelabuhan Ratu (White et Uktolseja, 1983) afin de capturer listao et albacore; des espèces secondaires telles que voiliers et marlins, raies et requins peuvent aussi être prises en quantités parfois non négligeables et représenter jusqu'à 40% des captures totales (Marcille et al., 1984). A Prigi, les captures des filets maillants sont dominées par les petits thonnidés (78%), surtout thonines et auxides, sans doute en raison des mailles plus faibles utilisés dans cette région (Merta, 1985). L'évolution mensuelle des captures totales débarquées par les filets maillants à Pelabuhan Ratu, de 1975 à 1983, est présentée au tableau 18.

Tableau 18

Evolution des captures totales (en tonnes)
des filets maillants à Pelabuhan Ratu de 1975 à 1982
(d'après Marcille et al., 1984; Uktolseja et Merta, 1984)

Mois	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
J	6	6	20	46	32	22	50	16	27
F	12	8	29	20	30	39	49	23	74
M	9	7	15	35	33	65	60	26	21
A	8	41	15	38	37	36	44	5	30
M	8	48	41	27	272	183	115	107	60
J	23	89	32	35	157	70	66	55	46
J	12	141	170	73	200	69	84	90	57
A	34	62	323	35	252	109	66	76	140
S	11	69	214	76	153	123	136	139	210
O	4	13	338	23	144	108	120	140	112
N	3	41	193	26	142	43	128	72	83
D	4	24	78	21	59	79	76	101	75
Total	135	547	1 467	454	1 520	942	994	845	934

Les variations annuelles des captures présentées à la figure 101 peuvent être artificielles dans la mesure où, antérieurement à 1976 et en 1978, certains bateaux débarquaient une part de leurs prises en dehors des points de contrôle. A partir de 1980 les quantités débarquées se sont stabilisées aux environs de 900 à 950 tonnes pour un nombre moyen de 75 bateaux opérationnels. Le listao représente près de 80% des débarquements de thon dus à ces engins de pêche (figure 102); la meilleure saison s'étend de mai à novembre, les rendements étant plus bas durant la mousson d'été austral. Les albacores sont capturés tout au long de l'année avec des rendements généralement plus élevés de novembre à juin. L'augmentation des rendements correspondrait au fait qu'à cette période de l'année, les bateaux quittent les zones côtières (baie de Pelabuhan Ratu) pour opérer au large (Marcille et al., 1984).

Les tailles des thons capturés par les filets maillants sont très homogènes (figure 103). La majorité des listaos débarqués mesure entre 50 et 55 cm de longueur à la fourche et correspond à des individus de 2 ans (White et Uktolseja, 1984). La structure de taille des albacores présente un mode bien marqué entre 50 et 60 cm; des petits individus de 35 à 40 cm apparaissent cependant dans les mises à terre.

4.4.3.2 Pêche au "payang"

- Technique de pêche: le "payang" est une sorte de senne danoise, ou de lampara (figure 104), dont la longueur varie de 300 à 500 mètres. Les embarcations utilisant les "payang" font entre 12 et 15 mètres de long et 3 m de large (3 à 5 tonnes). Elles sont propulsées par des moteurs hors-bord de 40 à 50 CV et emmènent 20 à 25 pêcheurs. Les opérations de pêche sont côtières et diurnes; elles ne durent jamais plus d'une journée (de 3 à 5 heures du matin jusqu'en fin d'après-midi). Le poisson est repéré à vue; chaque coup de filet ne dure que 30 à 40 minutes, ce qui rend possible 8 à 10 coups de filet par jour de pêche. En 1983, 107 bateaux utilisant cette technique étaient recensés à Pelabuhan Ratu (White et Uktolseja, 1984), mais les 2/3 seulement étaient employés régulièrement.

- Captures et rendements: la prise annuelle d'un bateau pêchant à l'aide d'un "payang" peut être estimée de 35 à 40 tonnes. Les meilleurs rendements journaliers sont généralement obtenus de juillet à septembre (de l'ordre de 500 à 700 kg); les rendements moyens au cours des années 1981 à 1984 s'établissent à 220 kg par jour (Merta, 1985). Les principales espèces capturées sont des thonidés mineurs, thonines et auxides essentiellement, et secondairement listao et albacore (figure 105). Le listao est relativement plus abondant de juillet à novembre (maximum en août-septembre). La structure de taille des prises, analogue à celle obtenue par les filets maillants, présente un mode unique vers 50-55 cm de longueur à la fourche. Les auxides sont capturées tout au long de l'année, avec cependant un maximum de juillet à octobre, principale saison de pêche des "payang".

4.4.4 Bali

Depuis 1950, la pêche à la traîne s'est beaucoup développée à Bali. Elle est réalisée à l'aide d'embarcations légères (5 à 6 m de long) propulsées le plus souvent par des moteurs hors-bord de faible puissance (7 à 12 CV). Un seul pêcheur à bord utilise les 3 lignes montées avec des leurres artificiels. Plus de 250 canots de ce type sont basés à Benoa. L'activité de ces bateaux, très dépendante des conditions climatiques, est souvent réduite en période de mousson (décembre à mars). Les zones de pêche sont très côtières, les embarcations ne s'éloignant jamais au-delà de quelques milles du rivage. Les rendements journaliers sont faibles, de l'ordre d'une vingtaine de kilos seulement.



Figure 100. Principaux centres de pêche et de débarquement de thon en Indonésie.

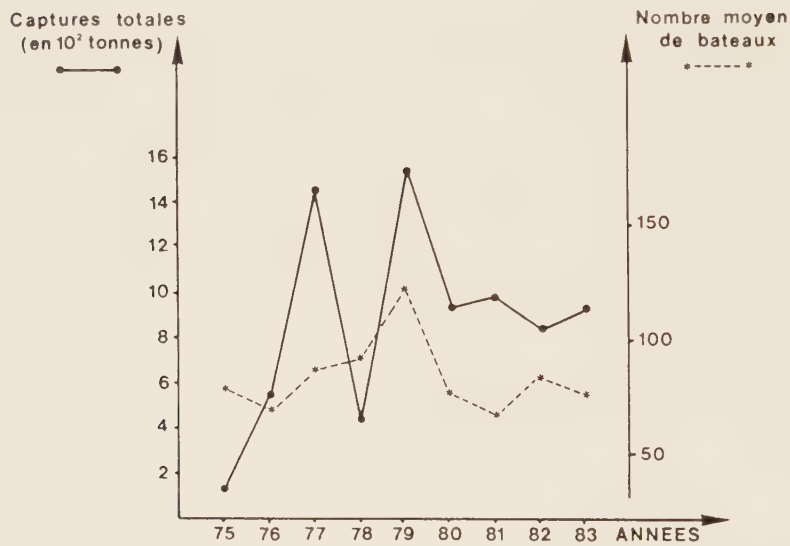


Figure 101. Variations annuelles des captures des filets maillants et du nombre moyen de bateaux à Pelabuhan Ratu de 1975 à 1983.

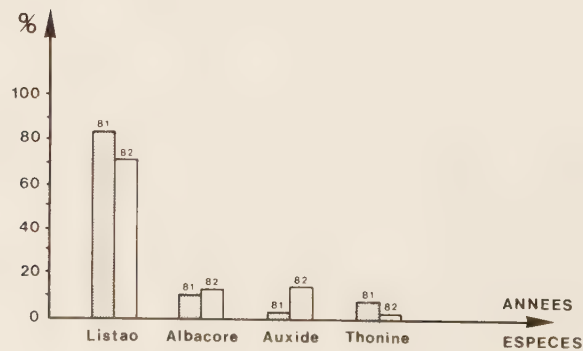


Figure 102. Proportions des différentes espèces dans les débarquements des filets maillants à Pelabuhan Ratu en 1981 et 1982.

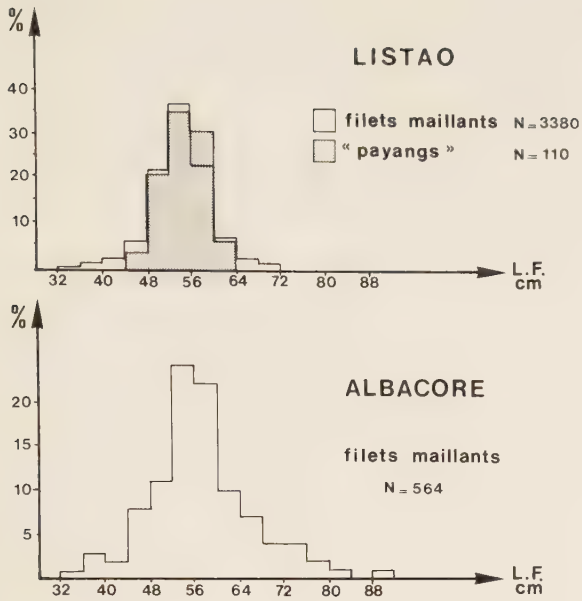


Figure 103. Distribution des fréquences de taille des espèces débarquées à Java (d'après White et Uktolseja, 1984).

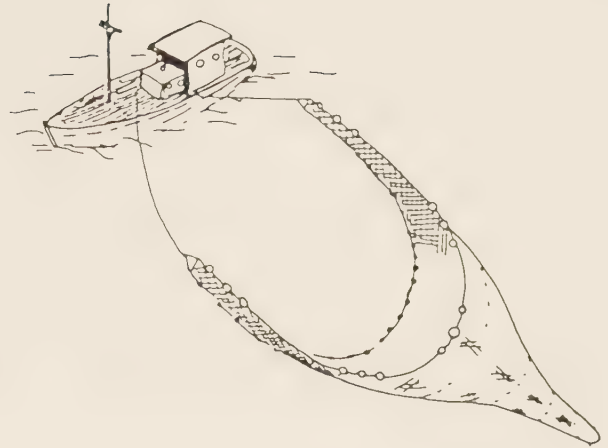


Figure 104. Payang (d'après Marcille, et al., 1984).

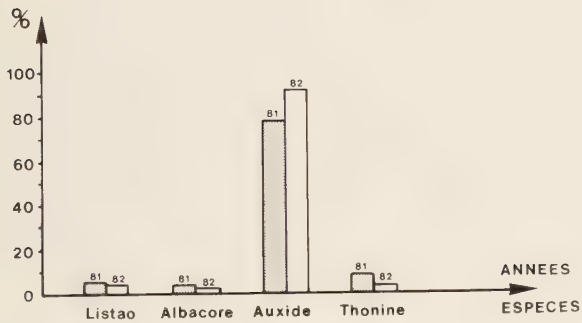
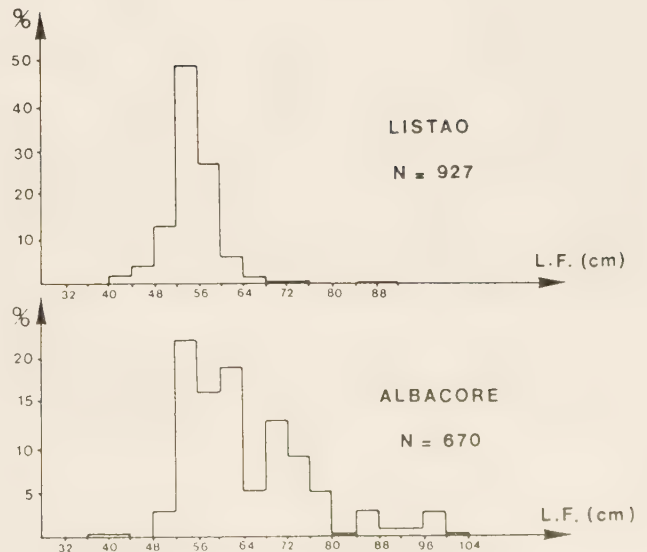


Figure 105. Proportions des différentes espèces présentes dans les débarquements des "payang" de Pelabuhan Ratu en 1981 et 1982 (d'après White et Uktolseja, 1984).

Figure 106. Distribution des fréquences de taille des espèces débarquées à Benoa par les lignes de traîne (d'après White et Merta, 1983).



L'albacore est présent en permanence autour de Bali. Il n'en est pas de même pour les auxides, pêchées saisonnièrement; en période d'inter-mousson (avril à juillet surtout) l'abondance est maximale et les meilleures captures sont réalisées en mai et juin sur des individus de petite taille (30 à 35 cm de longueur à la fourche). Les listaos débarqués à Benoa présentent une gamme de tailles peu étalée, comprise entre 52 et 56 cm (figure 106). Il semble y avoir un recrutement de jeunes d'un an (40 cm de longueur à la fourche) en juin-juillet (White et Merta, 1984). Les tailles des albacores sont, par contre, plus diversifiées (figure 106).

La pêche au filet maillant à Bali a subi un développement rapide depuis 1982 et s'est avérée plus rémunératrice. Les captures comprennent du listao (40%), de l'auxide (24%), de l'albacore (10%), de la bonite orientale (7%) ainsi que des thonines (5%), des marlins et d'autres pélagiques (14%).

La pêche à la canne avec appât vivant est apparue très récemment dans certaines îles telles que Flores (19 canneurs étaient basés en 1985 à Maumere) et Timor (10 canneurs à Kupang); aucune information n'est cependant disponible sur ces pêcheries.

4.5 PECHE THONIERE ARTISANALE EN THAILANDE

Les débarquements de thon en Thaïlande ont considérablement augmenté au cours des dix dernières années, passant de 4 700 tonnes en 1970 à 49 000 tonnes en 1982 et 86 000 tonnes en 1983. En 1982, 9 500 tonnes (20%) provenaient de la mer d'Andaman, et 3 800 tonnes en 1983. Trois espèces sont principalement exploitées: le thon mignon, la thonine et l'auxide; les listaos et albacores sont également capturés en mer d'Andaman mais en quantité moindre (figure 107).

4.5.1 Méthode de pêche

Les captures de thonidés se font essentiellement grâce à des sennes et des filets maillants. Les filets maillants sont utilisés par des embarcations de faible tonnage, allant de la pirogue traditionnelle au navire de 50 tonneaux; les senneurs font de 20 à 100 tonneaux, les plus nombreux ayant des jauges de 20 à 50 tonneaux (IPTP, 1985). L'introduction de la pêche à la senne a été à l'origine du développement considérable de la pêche du thon en Thaïlande, en mer d'Andaman et dans le golfe de Thaïlande. Pour ces engins, le thon n'est cependant pas l'unique espèce cible, Clupeidés et Carangidés étant surtout recherchés.

En 1980, des senneurs spécialement armés pour la pêche au thon (sonar, filets à grandes mailles) ont fait leur apparition. Les tailles des filets couramment utilisés varient de 800 à 1 600 mètres avec une chute allant de 70 m pour les plus petits à 140 m pour les plus grands. Les mailles sont comprises entre 5 et 10 cm. Les plus grands senneurs en service ont jusqu'à 36 m de long, 480 CV, et disposent d'un équipage de 40 hommes. Le nombre relativement élevé de pêcheurs embarqués vient du fait que beaucoup de ces bateaux ne sont pas équipés de power-block. Les marées durent de 4 à 5 jours pour les plus petits senneurs (20 m) et de 7 à 10 jours pour les plus grands (36 m).

Les thons sont attirés par la lumière et par des radeaux flottants faits de feuilles de cocotiers; les bancs sont détectés par des moyens acoustiques modernes et, la plupart du temps, pêchés de nuit.

4.5.2 Captures et rendements

L'évolution des captures de thon réalisées de 1971 à 1983 en mer d'Andaman par la flotille thaïlandaise est présentée dans le tableau 19.

Tableau 19

Captures annuelles de thon (en tonnes)
réalisées de 1971 à 1982
en mer d'Andaman par la Thaïlande

ANNEES	SENNES	FILETS MAILLANTS	TOTAL
1971	1 887	-	1 887
1972	1 671	20	1 691
1973	1 611	94	1 705
1974	1 156	54	1 210
1975	2 769	147	2 916
1976	1 737	76	1 813
1977	1 510	115	1 625
1978	1 999	96	2 095
1979	1 963	150	2 113
1980	625	141	766
1981	1 164	897	2 061
1982	9 248	324	9 572
1983	3 790	24	3 814

Les débarquements sont restés relativement faibles jusqu'en 1981 (de l'ordre de 2 000 tonnes), puis ont accusé une hausse sensible en 1982 du fait de l'accroissement de l'effort de pêche et de la mise en oeuvre de la technique de pêche à la senne avec attraction préalable du poisson. En 1971, 100% des captures étaient dûs aux sennes classiques (thai ou chinoise); ce n'est qu'à partir de 1979 que la nouvelle technique de pêche est introduite; en 1982, elle était à l'origine de 61,7% des prises contre 34,2% pour les sennes classiques et 3,4% seulement pour les filets maillants.

Les rendements moyens en thon des senneurs sont très variables d'une année à l'autre. Ils ont varié de 150 à 450 kg/jour au cours des années 1975 à 1983 (IPTP, 1985).

4.5.3 Espèces pêchées et taille des individus capturés

Le thon mignon représente environ 80% de l'ensemble des captures réalisées en mer d'Andaman. Les individus de moins de 40 cm fréquentent toute l'année les eaux très côtières et sont de ce fait, pris par les sennes pêchant les petits pélagiques. Les plus gros individus (tailles supérieures à 40 cm) sont concentrés plus au large et sont pris par les grandes sennes à thon.

Les thonines, pêchées également sur l'ensemble du plateau tout au long de l'année, ont des tailles comprises entre 50 et 60 cm. Celles des auxides ne sont que de 30 à 40 cm.

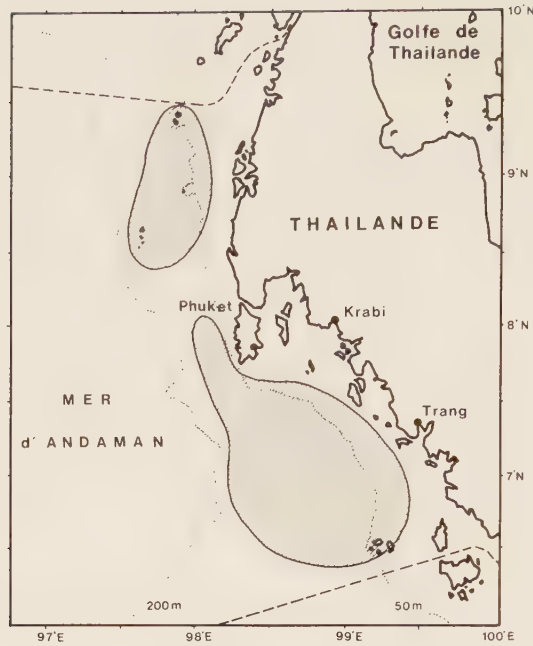


Figure 107. Secteurs de pêche des senneurs thaïlandais.

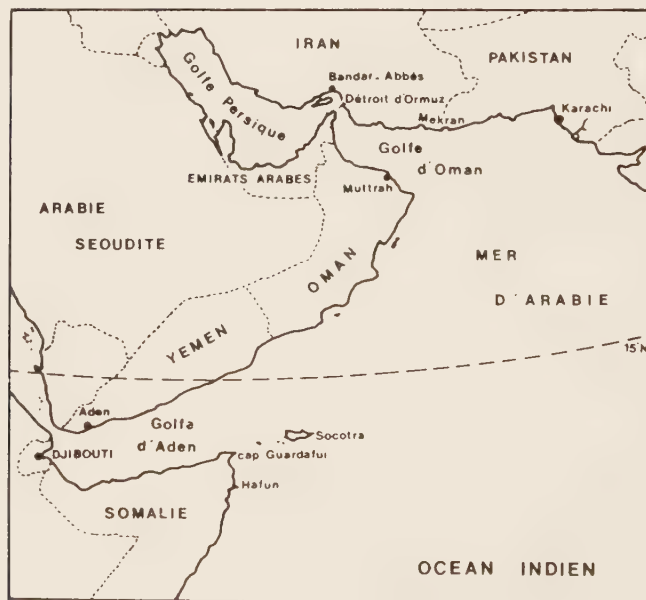


Figure 108. Carte de la mer d'Arabie et de la région des golfes.

4.6 PECHE THONIERE ARTISANALE EN MER D'ARABIE, EN MER ROUGE ET DANS LA REGION DES GOLFES

Les prises estimées de thonidés, de marlins et de thazards dans les pays bordant les golfes, la mer Rouge et la mer d'Arabie (figure 108) sont indiquées dans le tableau 20. Elles avoisinaient 50 000 tonnes en 1983 dont environ 20 000 tonnes de thazards, 500 tonnes de marlins et poissons porte-épée et 30 000 tonnes de thonidés divers, en majorité des petits thonidés côtiers. Dans presque tous les pays de la région les prises sont effectuées par des unités artisanales qui, dans de nombreux cas, ne recherchent pas exclusivement ces espèces. Certains grands thonidés, surtout listaos et albacores, paraissent effectuer, à partir d'octobre et durant tous les mois d'hiver, des déplacements depuis les zones équatoriales vers le nord de la mer d'Arabie. Ces stocks migrateurs sont, au même titre que les stocks locaux de thonidés mineurs, exploités par les diverses pêcheries artisanales.

Tableau 20

Prises de thons, marlins et thazards
dans les pays bordant les golfes,
la mer Rouge et la mer d'Arabie

	Thons et thonines	Thazards	Marlins et poissons porte-épée	Thonidés non précisés	Total
Egypte (1)				320	320
Somalie (5)	1 000				1 000
Israël (1)	45				45
Arabie Saoudite (2)	(2)	(2)		(3)	
(4)	596	3 250		1 000	4 846
Yemen (Rep.)(2)	724	2 788			3 512
Yemen (RPD) (2)	2 584	6 418	498		9 500
Oman (3)				9 000	9 000
Irak (3)		100			100
Koweït (1)		64			64
Bahrein (1)		403			403
Qatar (1)	12	158			170
UEA (1)	4 545	6 292			10 837
Iran (1)	8 514	3 097			11 611
Total	17 424	19 320	498	10 916	48 158

(1) Source: IPTP (1985); année 1983

(2) Source: D. Chakraborty (1984); estimation pour l'année 1983

(3) Source: K. Sivasubramaniam (1981); production estimée des années 1976-1978

(4) Source: (2) pour la côte ouest et (3) pour la côte est

(5) Source: FAO/UNDP (1970); estimation basée sur la moyenne des années 1964-1969

4.6.1 Egypte

Les prises de thonidés de l'Egypte avoisinent 300 t/an depuis 1981 selon les statistiques fournies à la FAO (IPTP, 1985). Selon Chakraborty (1984), les bateaux de 10 à 15m opérant aux lignes à main, longues lignes et filets maillants ne pêcheraient qu'une très faible quantité de thonidés (environ 33 t/an) pour une production totale de ce secteur semi-industriel d'environ 1 700 tonnes en 1983. Aucune mention n'est faite de telles captures par le secteur artisanal. Au cours de prospections effectuées par le R.V. Ikhtiolog, en 1964-1965, des thons de 8kg, déterminés comme étant de l'albacore, ont été capturés à la traine près du golfe d'Akaba; il s'agirait sans doute plutôt de thon mignon, espèce pêchée fréquemment par les pays voisins. La saison de pêche commencerait en mai pour prendre fin en août-septembre.

4.6.2 Soudan

Les captures de thonidés n'apparaissent pas dans les statistiques de ce pays mais pourraient représenter entre 100 et 200 tonnes selon Chakraborty (1984) pour une production toutes espèces confondues de 1 350 tonnes en 1983.

Plusieurs espèces de thonidés sont pêchées au Soudan; selon Reed (1964), la bonite à gros yeux (Gymnosarda unicolor) serait l'espèce la plus commune; ces poissons sont pêchés surtout de février à avril, souvent très près des côtes ou autour des récifs, et mordent bien aux lignes de traines appâtées avec de l'appât vivant. La thonine orientale est aussi pêchée par cette technique; elle serait très commune et surtout rencontrée de décembre à mars. Les thazards rayés sont capturés à la traine avec leurre artificiel; ils sont très abondants près de la baie de Dongonad entre avril et septembre avec un pic saisonnier en mai. L'abondance des thazards au printemps est confirmée par Rogers (1982), qui lors d'essais effectués par la FAO en 1981, au moyen de filets maillants, a obtenu de bons résultats atteignant 100 à 400 kg/jour. Selon cet auteur les "Bonito" sont très communs.

4.6.3 Arabie Saoudite (côtes de la Mer Rouge)

Les pêches aux lignes à main et aux filets maillants sont les principales techniques utilisées pour la capture des thonidés. Chakraborty (1984) estime ces prises à 596 tonnes; celles de thazards seraient d'environ 3 000 tonnes. Peacock et Allam (1977) indiquent que thazards et thons représentent près de 50% des débarquements au marché de Gizan (thazards 42%, thonines 4,5% et thons mignons 2,5%) qui est le principal centre de pêche pélagique. Thazards et thonines seraient aussi pêchés à Jeddah, surtout en automne, ce qui pourrait être dû à une migration de ces poissons vers le nord, portés par le courant depuis le plateau de Farasan, lorsque les vents du sud-est prédominent.

4.6.4 Ethiopie

Les pêcheries éthiopiennes, actives par le passé, avec environ 25 000 t/an dans les années cinquante, ont diminué considérablement jusqu'en 1981; elles se seraient accrues récemment et atteindraient 1 000 t/an dans la région d'Assad et 2 000 tonnes pour l'ensemble de la côte. Il n'existe aucune estimation des prises de grands pélagiques, thons ou thazards, qui ne représentent sans doute qu'une faible proportion de ce total. Les bancs

de thonines et de thons mignons sont fréquemment rencontrés et fourniraient des concentrations denses, au large en été; en hiver les bancs seraient plus côtiers (Ben Yami, 1964). Les thazards sont capturés à la traîne principalement en avril et mai.

4.6.5 Yémen (R.A.Y.)

La pêche au filet maillant y est très commune pour capturer thons et thazards (Walczak et Gudmundson, 1975); les lignes à main et les lignes de traînes sont aussi utilisées par les "sambouk" (genre de boutres) lorsque les filets sont en pêche.

Les captures de thazards ont été estimées à 2 800 tonnes en 1983 et celles de thonidés à environ 700 tonnes. Les débarquements se font surtout à Hodeidah. Les thons les plus communs sont la thonine et le thon mignon (Sanders et Kedidi, 1981) dont les bancs sont fréquemment observés au large. Selon Agger (1973) les petits thonidés seraient surtout capturés de mai à octobre et les thazards toute l'année avec un maximum d'avril à septembre. Des débarquements de voiliers ont été observés à Mocha.

4.6.6 Yémen (R.P.D.Y.)

Les captures de thonidés sont proches de 9 500 tonnes (Chakraborty 1984); le thazard est la principale espèce pêchée avec 6 500 tonnes; viennent ensuite les thons, 2 500 tonnes, et les voiliers avec environ 500 tonnes. 92% des captures sont obtenues par le secteur artisanal composé de "hourî", petits bateaux de 5m en général, ou de "sambouk" motorisés de 6-15m. Les engins de pêche les plus utilisés sont les lignes à main et les filets maillants.

Les thazards sont pêchés sur les fonds inférieurs à 100m, depuis Aden au sud jusqu'à Ras Fartak, toute l'année, avec cependant un maximum saisonnier de juin à août dans la région d'Aden, et de septembre à mai dans la région nord. Les thonidés rencontrés au Yémen sont l'auxide, le listao, la thonine, l'albacore et le thon mignon; l'auxide n'est pas très abondante et n'est que rarement pêchée de façon substantielle.

Thonine et listao portent le même nom local et ne peuvent être de ce fait différenciés dans les statistiques; la thonine serait cependant plus abondante que le listao. Le thon mignon entre toute l'année pour une part importante des débarquements à Aden, alors que les quantités d'albacore, espèce surtout pêchée dans les zones côtières, seraient très variables d'une année à l'autre.

4.6.7 Djibouti

La pêcherie de Djibouti, exclusivement de caractère artisanal, est concentrée autour de la ville. Les thonidés rencontrés sont l'albacore, la thonine, le thon mignon et le listao; les deux premières espèces sont les mieux représentées. Les pêches de thazard au filet maillant sont aussi actives.

Sur une production marine d'environ 400 tonnes, thons et thazards représentent environ 90-100 tonnes. En 1980 la ventilation par espèce à la coopérative de pêcheurs de Djibouti était la suivante: albacore, 17 tonnes; thazard, 51 tonnes; thonine, 4 tonnes. Plus de la moitié des thazards est capturée d'avril à juin; les thonines sont abondantes d'avril à décembre avec un maximum en automne ou elles sont pêchées à la traîne ou au filet maillant; les albacores de petite taille seraient surtout abondants de mai à novembre dans la région sud où ils se déplacent en petits bancs très instables. Ceux de tailles moyenne (4 à 15 kg) seraient présents sur

l'ensemble du plateau de Godoria, de septembre à janvier, et mordraient bien aux lignes de traîne.

4.6.8 Somalie

La pêche artisanale du thon a été développée le long de la côte nord somalienne sur le golfe d'Aden depuis longtemps déjà pour les marchés du poisson frais et du poisson séché, le haneed, qui se conserve bien. En 1930 une petite conserverie fut créée et fonctionna jusqu'en 1970. Deux autres conserveries furent installées sur la côte nord; elles devaient être approvisionnées par les pêcheries artisanales existantes opérant avec des palangres et des filets maillants en dérive ou encore saisonnièrement par des bateaux pêchant à la traîne. Il est apparu cependant que les stocks disponibles étaient situés trop au large pour être exploités par les unités artisanales prévues. Vers la fin des années 1970 ces conserveries, qui n'ont jamais pu être approvisionnées de façon satisfaisante, ont dû fermer.

Les albacores pêchés sont surtout des individus jeunes qui font des passages plus ou moins temporaires dans les eaux du pays, comme l'a prouvé la grande variabilité des prises. Quand les rendements en albacores sont faibles on a noté que les thons mignons se trouvent alors plus abondants. Les plus fortes concentrations d'albacore sur les côtes somaliennes auraient lieu pendant les inter-moussons soit en octobre-novembre et au début du printemps, en mars; selon Losse (1975) lorsque les pêches sont faibles en Somalie, elles seraient plus élevées sur les côtes arabes ce qui impliquerait une migration vers ces côtes de décembre à février.

Les principales zones de pêche sont situées près de Kandala et de Habo dans l'est du golfe, sur les fonds de 200m, soit à environ 5 milles des côtes. Les pêches aux palangres de surface peuvent y être actives en début de saison (octobre-novembre) quand la thermocline est peu profonde. Les filets maillants sont utilisés également mais dans une zone plus côtière et capturent outre des albacores, des petits thonidés, des thazards et des requins. A l'est d'Habo, les albacores seraient pêchés toute l'année y compris pendant la mousson de sud-ouest; à Habo et Alula, les thonines le seraient surtout en fin de mousson de sud-ouest (août-septembre).

4.6.9 Oman

Les pêcheries artisanales à Oman sont en majorité orientées vers la capture des grands pélagiques. Les espèces de thons et de scombridés les plus communes sont le thon mignon, la thonine, les thazards et l'albacore alors que les autres thonidés comme l'auxide, le listao ou la bonite orientale (*Sarda orientalis*) sont beaucoup plus rares (FAO, 1981a). Au cours de la période s'étendant de juin à novembre 1978, 50% des débarquements observés à Muttrah étaient composés de grands pélagiques, cette proportion atteignant 84% en juin et 67% en juillet; les prises de thons mignons, la principale espèce pêchée, ont présenté un pic en juin et septembre, alors que celles de thazards, plus régulières, atteignaient un maximum en juillet et août, et celles de thonines un maximum en août et novembre.

Dans d'autres régions, telle Khabura sur la côte de Batina, les grands pélagiques, et en particulier les thonidés, seraient moins fréquents dans les débarquements des "houris"; la raison principale serait que le plateau continental y est plus large et que les pêches sont effectuées très près des côtes comme le suggère le fait que de nombreux "houris" réalisent plusieurs sorties et débarquements par jour. De nombreux experts ont indiqué dans le passé que l'albacore étaient fréquemment pêché à Oman, toute l'année, avec un maximum de production de juillet à décembre. C'est durant cette période que Yesaki (FAO, 1981) observe en abondance du thon mignon; comme ces deux espèces semblent s'exclure mutuellement (lorsque

l'une est abondante, l'autre est rare) il est probable qu'il y ait eu fréquemment des erreurs d'identification entre ces deux espèces qui se ressemblent lorsqu'elles sont de petite taille. La pauvreté en oxygène dissous des eaux de la région laisserait à penser que le thon mignon est l'espèce dominante.

Les thonines seraient fréquemment capturées à la ligne de traîne et surtout au filet maillant; la saison de pêche s'étendrait de juin à août. Malgré le pic de production de juillet et août observé par Yesaki en 1978 au cours de la période juin-novembre, la principale saison de pêche des thazards se situerait plutôt en mousson de nord-ouest, de novembre à février. Selon Sivasubramaniam (FAO, 1981a) la production de thonidés et de thazards à Oman, était d'environ 9 000 tonnes au cours des années 1976-1978. Des études sur l'approvisionnement du marché de Muttrah ont montré que 70% du poisson provenait du golfe d'Oman et 30% de la côte est, au sud du Ras al Hadd, principalement de la côte de Batira (18%).

4.6.10 Union des Emirats Arabes

Les côtes de l'union des Emirats Arabes bordent à la fois le golfe Persique, sur 720 km, et le golfe d'Oman sur 70 km environ. En 1983, les captures étaient estimées à 11 000 tonnes (IPTP, 1985) et comprenaient environ 6 000 tonnes de thazards et 5 000 tonnes de petits thonidés. Les principales espèces pêchées sont la thonine, le thon mignon et le thazard rayé; bien que commun, le thazard ponctué serait moins abondant. Ces poissons sont surtout capturés à la traîne ou au filet maillant. Les pêches de thazards sont importantes en octobre et novembre alors que les quantités sont négligeables en mai-juin; des bancs importants entreraient dans le golfe par le détroit d'Hormuz en septembre pour quitter cette région en mars-avril. Les thonidés seraient pêchés à peu près toute l'année avec des maxima situés entre octobre et juin; le caractère très saisonnier des captures poserait, selon Messieh (1983), de gros problèmes de commercialisation lorsque le poisson abonde, du fait de l'absence de moyens de stockage. Selon une estimation faite en 1970 par White et Barwani, une large part des prises (55% environ) proviendrait de la côte est (Emirats de Sharjah et de Fujairah) ouverte sur le golfe d'Oman.

4.6.11 Qatar

Les thons et les thazards représentent environ 25% des prises totales du secteur artisanal, les thazards étant les espèces les plus recherchées juste devant les carangidés. Les captures de thazards ont été estimées à 177 tonnes en 1982, à 158 tonnes en 1983, et celles de petits thonidés respectivement à 16 et 12 tonnes pour ces deux années (IPTP, 1985).

4.6.12 Bahrain

Sur une production marine de 3 500 à 3 700 tonnes, les pêches de thazards ont été d'environ 400 tonnes en 1983, en progression régulière depuis les années 1976-1978 où elles n'atteignaient qu'une centaine de tonnes. Les filets maillants sont les principaux engins de pêche utilisés pour leur capture dans les provinces de Muharraq, Sitra et de Zallaq; la principale saison de pêche s'étendrait de novembre-décembre à mai-juin (Shimura, 1978). Des captures sont aussi faites à la traîne de décembre à mars par les bateaux pêchant le maquereau, lorsqu'ils sont en route vers leur zone d'activité (Vidal Junemann, 1979).

4.6.13 Koweït

Selon Morgan (1985) les prises de thazards ont atteint environ 30 tonnes au Koweït en 1984 avec des quantités égales de thazards rayés et de thazards ponctués. Les pêches qui sont faites au moyen de filets maillants comprennent d'autres grands pélagiques côtiers et seraient extrêmement variables d'une année à l'autre, entre 56 et 718 tonnes selon les années pour la période 1980-1984. Les pêches de thazards sont saisonnières, avec un maximum de production de novembre à mai et des prises à peu près nulles de juin à octobre pendant la saison chaude.

4.6.14 Iran

Le groupe des thonidés et des thazards, avec 11 600 tonnes en 1983 représentait environ 26% des captures marines de l'Iran. La pêche est artisanale et les engins de pêche les plus utilisés sont les filets maillants, même si au cours de leurs marées la plupart des bateaux utilisent plusieurs types d'engins (chalut, filets maillants, casiers, etc...). Les filets ont des maillages variant de 110 à 216 mm suivant les espèces recherchées; les maillages de 110-120 mm sont surtout employés pour les thazards, et ceux de plus grande taille pour les thons mignons et les thonines. Etant donnée la grande dispersion des pêcheries tout au long de la côte et le fait que de nombreux bateaux sont armés tantôt à la pêche tantôt pour le transport, l'obtention de bonnes statistiques est difficile. Les prises déclarées à la FAO montrent que le thon mignon est l'espèce dominante avec près de 6 000 tonnes, suivi des thazards (3 100 tonnes) et de la thonine (2 600 tonnes).

Les thazards seraient principalement pêchés dans la région du Dayer au nord (province de Bushehr) alors que les thons sont principalement capturés dans les régions proches du détroit d'Hormuz et de Jask. Dans ces deux dernières régions les thons mignons sont surtout capturés d'avril à septembre avant qu'ils ne pénètrent dans le golfe Persique. Les thonines sont également pêchées au printemps dans cette région ainsi que dans le golfe Persique jusque dans les régions du nord. Les listaos peuvent être capturés occasionnellement dans le détroit d'Hormuz mais le sont plus fréquemment dans les régions côtières du golfe d'Oman. Les captures d'albacores sont rares sur les côtes du golfe d'Oman.

4.6.15 Pakistan

En 1983 les statistiques officielles font état de prises atteignant 12 000 tonnes pour l'ensemble des thons, thazards et marlins. Les captures de thazards, environ 8 200 tonnes, seraient en augmentation régulière depuis les années 1970. Les principaux thonidés pêchés sont la thonine, environ 2 900 tonnes, suivi du "chuki", nom commun pour désigner listao et auxide, dont les prises atteignent 700 tonnes et seraient principalement constituées d'auxide (Appleyard et al., 1981). Selon Mc Neilly (1983) les pêches, surtout actives sur les côtes du Balouchistan, ont principalement lieu d'avril à septembre. Les auxides seraient par contre surtout pêchées de novembre à mars.

Bien que les conditions hydrologiques ne soient pas favorables aux concentrations de grands thonidés (Sharp, 1979), il arrive que, pendant une période très courte, des palangriers capturent quelques albacores et patudos qui séjournent en profondeur.

Pour ces espèces et pour le listao également, les observations de bancs de surface sont très rares. Le navire de recherche "Dr. Fridtjof nansen" au cours de ses 5 campagnes réalisées de 1975 à 1977 dans les eaux pakistanaïses et avoisinantes, n'y a observé aucun banc de thon de surface;

quelques rares auxides à 30 milles de la côte de Mekran (ouest du pays) et 7 autres bancs plus au large, entre 30 et 180 milles.

4.7 PECHE THONIERE ARTISANALE DANS L'OUEST DE L'OCEAN INDIEN

La pêche artisanale dans l'ouest de l'océan Indien et tout particulièrement sur la côte est africaine est très peu développée.

4.7.1 Comores

1 800 tonnes de thonidés y sont débarquées, ce qui représente 40% des pêches totales du pays. La thonine, avec 1 000 tonnes, représente la fraction la plus importante, suivie du listao (300t) et de l'albacore (100t); environ 400 tonnes de thonidés indéterminés, probablement des thazards, sont également pêchées. La répartition des prises par île est la suivante: Grande Comore, 720t; Anjouan, 900t; Moheli, 180t. Les captures sont réalisées à la ligne à main par des pirogues, ou à la traîne lorsque celles-ci sont motorisées. On trouve aussi quelques filets maillants au sud de la Grande Comore. Environ 80% des thons débarqués dans les différentes îles sont pêchés entre octobre et février.

4.7.2 Madagascar

Il n'existe aucune véritable pêche artisanale thonière à Madagascar. Des quantités sans doute faibles sont capturées à la traîne par quelques pêcheurs, mais n'apparaissent pas dans les statistiques du pays.

4.7.3 Seychelles

Les captures sont généralement faibles (300 à 400 t/an) et concernent essentiellement les thons mineurs (thonine et auxide) ainsi que les albacores. Elle est pratiquée à la traîne de manière accessoire par les unités de pêche artisanale lors de leur trajets vers les lieux de pêche à la palangrote.

4.7.4 Maurice et Réunion

Quelques thonidés divers, ainsi que des marlins et des voiliers, sont capturés le long des accores par des embarcations de 8 à 12 mètres pêchant à la traîne.

4.7.5 Kenya

Il n'existe pas dans ce pays de statistiques permettant de préciser l'importance des pêches de thon. Quelques petites embarcations opèrent avec des lignes à main et des filets maillants dans le nord du pays, non loin de la Somalie. Les prises ont été estimées à 80 tonnes en 1983.

4.7.6 Tanzanie

Quelques lignes à main, filets maillants et autres engins sont utilisés pour capturer les thons le long des côtes tanzaniennes. Les statistiques de l'IPTP font mention de 800 tonnes débarquées en 1984.

4.7.7 Mozambique

On y rencontre les mêmes engins qu'en Tanzanie, mais les prises y sont inférieures. Elles seraient de l'ordre d'une centaine de tonnes par an seulement.

4.8 EXPERIENCES SUR D.C.P. EN OCEAN INDIEN

Les poissons pélagiques ont une tendance marquée à se concentrer sous des objets flottants, en dérive ou fixés. Les raisons de ce comportement sont encore mal connues, mais il semble ressortir de différentes études que l'épave constitue un abri pour les petits individus. Différents liens physiologiques (olfactif, visuel, auditif, trophique) permettraient de maintenir les poissons à proximité de l'objet. Afin d'améliorer les rendements de la pêche artisanale, des expériences ont été tentées avec des dispositifs de concentration de poissons ancrés (D.C.P.) appelés aussi payaos. Ces essais ont, la plupart du temps, été conduits dans le cadre de projets FAO.

4.8.1 Thaïlande

Deux types de D.C.P. ont été mis en place entre janvier 1980 et février 1981 (Lee, 1982). Le premier type consistait en un payao de bambou, en forme de V effilé de 8 m de long, ancré sur des fonds de 240 m au large des îles Similan (mer d'Andaman); le second type était un ponton en acier de 3 m de long, mouillé dans le même secteur, dans un premier temps, puis dans une zone plus côtière (fonds de 70 à 80 m). Ces deux types de D.C.P. étaient garnis de palmes de cocotiers suspendus à des filières plongeant à 20 m de profondeur. Les résultats ont été très décourageants. Aucune espèce d'importance commerciale ne s'est concentrée sous les payaos en bambou, même 3 mois après leur mise en place. Seuls des balistes (Abalistes sp.) y furent associés. Les pontons en acier n'ont guère donné de meilleurs résultats. Outre des balistes et quelques carangidés, de petits ravils (Euthynnus affinis) et des listaos de moins de 1 kg ont été trouvés autour de ces radeaux.

4.8.2 Maldives

De 1980 à 1982, des expériences ont été conduites avec cinq types de radeaux: fûts de 200 l réunis dans une enceinte métallique, caisse en bois, barque, flotteurs et pneus remplis de mousse. Ils ont été mouillés à proximité des atolls pour permettre aux pêcheurs locaux de les visiter régulièrement (Peters, 1982). La meilleure tenue à la mer a été obtenue par les flotteurs et la caisse en bois. La principale cause de perte a été le mauvais temps qui a occasionné la rupture des mouillages. Les pneus remplis de mousse, mis en place plus tardivement ont supporté sans dommages les tempêtes ce qui laisserait penser qu'à long terme, ils soient les D.C.P. les plus résistants.

Dans les 5 jours suivant la mise en place des radeaux, de petits poissons vinrent s'y associer: coureurs arc-en-ciel (Elagatis sp) et balistes. Par la suite, les D.C.P. ont attiré des individus de plus grosse taille: listaos, albacores, dorades coryphènes (Coryphaena sp), auxides et thonins. Le poids des listaos capturés variait de 1 à 5 kg, le poids des albacores, de 4 à 8 kg, et celui des auxides atteignait 2 kg maximum.

Cette expérience s'est montrée concluante sur bien des points: intérêt très marqué des pêcheurs locaux et, en conséquence, peu de sabotages sur les dispositifs, enfin, concentrations régulières de poissons divers en

association avec les D.C.P. Les pêcheurs ont eux-mêmes confirmé qu'ils ont réalisé fréquemment 2 chargements complets de poisson par jour de pêche autour des radeaux contre un seul précédemment. De plus, la quantité d'appât nécessaire à la pêche des thonidés et des espèces associées était moindre et de bonnes prises ont pu être enregistrées en mars, mois habituellement peu productif.

4.8.3 Seychelles

Des D.C.P. ont été ancrés sur le plateau de Mahé en 1982, sur des fonds de 60 à 70 m, le but étant de mettre au point des radeaux bon marché avec des matériaux locaux. Un premier type, constitué de pneus remplis de mousse, flottant individuellement et reliés entre eux par une filière, a montré une mauvaise tenue à la mer et a disparu au bout de 2 à 3 mois. D'autres essais tentés avec des radeaux en bambous, de forme cylindrique, ont aussi présenté une tenue à la mer médiocre et ont fait, en outre, l'objet de sabotage par certains pêcheurs. Les D.C.P. épargnés ont cependant pu concentrer du poisson et les captures, sans être exceptionnelles, ont assuré un complément de production à la pêche artisanale.

Une dernière expérience était en cours en 1986 sur la pente externe du plateau de Mahé. Cinq D.C.P., constitués de fûts de 200 l remplis de mousse et contenus dans une enceinte métallique, ont été installés sur des fonds de 500 à 1 500 m. Les pêcheurs locaux fréquentant ces lieux ont obtenu d'excellents rendements de pêche autour des dispositifs. Il a été rapporté qu'après seulement 10 jours de présence, des thons s'y trouvaient déjà concentrés.

4.8.4 Autres expériences

Des D.C.P. ont été mouillés aux Comores sur grands fonds (350 et 1 850 m). De même type que les premiers expérimentés aux Seychelles, ils n'ont eu qu'une brève existence. Néanmoins, de bonnes captures ont été faites à leur proximité si bien que le prix du thon à Anjouan a baissé de moitié dans les deux semaines qui ont suivi leur mise en place (De San, 1983).

A l'Ile Maurice, une tentative d'installation de 2 radeaux s'est soldée par un échec. Le premier a été perdu en cours d'ancrage, le second fut saboté par des pêcheurs mal informés. De nouveaux essais sont en cours depuis 1985.

4.8.5 Conclusion

Le mouillage de D.C.P. à proximité d'îles est devenu assez courant dans l'océan Indien. Si ce type d'expérience a bonne presse, les résultats ne sont pas toujours à la hauteur des espérances. Les difficultés peuvent être très diverses: peu de poisson dans la région (cas en mer d'Andaman), D.C.P. ne restant pas suffisamment longtemps en place pour "vieillir" et se charger de la flore et de la faune fixée ou vagile qui augmente son potentiel attractif, sabotage, piratage des dispositifs pour diverses raisons.

Cependant, lorsque les conditions s'y prêtent - ressource abondante, matériel adapté, pêcheurs coopératifs - les résultats peuvent être excellents en terme de rentabilité, les captures étant quasiment assurées avec des coûts d'exploitation réduits (carburants en particulier).

5. PROSPECTIONS THONIERES DE SURFACE

Les prospections thonières ayant pour objectif l'exploitation des thons de surface ont débuté sous l'impulsion des Japonais d'abord puis des français. Des campagnes ont été menées dans l'ouest, puis dans l'est en utilisant des méthodes de pêche diverses: traîne, canne avec appât vivant et senne. En suivant la chronologie des différentes campagnes, on distingue deux périodes principales d'activités: de 1971 à 1974, premières prospections à la canne et à la traîne; à partir de 1979, reprise des activités de recherche au moyen de canneurs puis de senneurs.

Les prospections se sont orientées vers deux zones privilégiées: le nord-ouest de Madagascar jusqu'aux Comores à l'ouest et Aldabra-Cosmoledo au nord; les parages immédiats des Seychelles et les eaux internationales situées entre la zone économique seychelloise et les Chagos.

5.1 PROSPECTIONS REALISEES AU MOYEN DE CANNEURS PECHANT A L'APPAT VIVANT

5.1.1 Dans l'océan Indien occidental

Le déroulement de ces campagnes a été le suivant :

- octobre 1971 à janvier 1973 : lancement d'une campagne exploratoire de 3 canneurs (37 à 40 m de longueur, 192 à 214 tjb, 30 à 35 hommes embarqués), organisée par la Kaigai Gyogyo à partir de Nossi-Bé (nord-ouest de Madagascar); les bons résultats obtenus conduisent à la création d'une société mixte d'exploitation commerciale, la COMANIP (chapitre 6).
- janvier à septembre 1973 : à la suite de la prospection de la Kaigai Gyogyo, la société Toshoku effectue des essais avec un canneur;
- 4 au 20 mai 1973 : prospection du canneur français Macareux, qui débute à Nossi-Bé et se déploie vers Aldabra puis vers les accores du plateau seychellois;
- septembre 1973 : prospection d'un canneur de la société malgache Manivico, sur les mêmes secteurs que les navires de la Kaigai Gyogyo, pour une durée d'un an;
- juin 1981 à mars 1982 : venue de deux canneurs espagnols de type basque, le "Nuevo Madre del Cantabrico" et le "Bahia de Santoa", conformément à un accord de coopération hispano-seychellois;
- septembre 1983 : début d'une campagne de prospection FAO sur les côtes du Mozambique pour une durée d'un an;
- octobre 1983 : autre campagne FAO dans les parages immédiats de Zanzibar (Tanzanie).

5.1.1.1 Prospections japonaises à Madagascar

Prospections de la Kaigai Gyogyo

En octobre 1971, la compagnie japonaise Kaigai Gyogyo fit une rapide reconnaissance des potentialités en appât vivant de la région nord-ouest de Madagascar et des possibilités d'exploitation du listao. Les premiers

résultats enregistrés déterminèrent la compagnie à entreprendre une prospection plus étendue et plus intensive, afin d'évaluer les conditions réelles d'une exploitation commerciale. Dans ce but, trois canneurs japonais classiques travaillèrent pendant une année complète, à partir de Nossi-Bé, dans la zone comprise entre la côte nord-ouest malgache, la Grande Comore et Aldabra (figure 109).

. Captures et rendements: en un an, les trois canneurs ont débarqué 4000 tonnes de thons dont 3770 tonnes de listao. la répartition des captures est présentée dans le tableau 21.

Tableau 21

Captures mensuelles réalisées par
les trois canneurs de la Kaigai Gyogyo
au cours de la première prospection
(d'après Dupont et Ralison, 1973).

Mois	E S P E C E S				Total captures	Nombre de jours de pêche
	Listao	Albacore	Patudo	Thonine		
<u>1972</u>						
FEVRIER	140,0	1,8	0	3,8	147,6	48
MARS	385,9	41,6	4,6	0,2	432,2	65
AVRIL	307,5	33,8	0,3	1,1	342,8	59
MAI	295,3	11,1	0,5	0,7	307,6	57
JUIN	310,0	22,6	2,1	0,2	334,9	52
JUILLET	254,5	14,5	0	0,1	269,1	60
AOÛT	114,4	10,2	0,1	0	124,8	34
SEPTEMBRE	364,4	26,8	1,8	0	393,1	62
OCTOBRE	288,0	27,1	3,8	1,3	320,2	69
NOVEMBRE	383,8	13,1	0	0	397,0	59
DECEMBRE	439,2	5,8	0,7	0,7	446,4	65
<u>1973</u>						
JANVIER	484,8	1,6	0	1,3	487,7	36
TOTAL	3767,6	210,2	14,0	11,5	4003,2	666
%	94,1%	5,3%	0,3%	0,3%	100%	

Hormis le premier mois d'exploitation et les mois de juillet et août, la production mensuelle s'est toujours maintenue au-dessus de 300 tonnes; le maximum est atteint en janvier avec presque 500 tonnes. La bonne saison de pêche correspond à la saison des pluies ou saison chaude (décembre à mars) tandis que l'on enregistre une baisse de la production en saison sèche ou saison fraîche (juillet et août). Les résultats sont très variables d'un mois à l'autre, selon les secteurs couverts (figure 110).

. appât vivant : les pêches d'appât ont été réalisées au moyen d'un filet vertical "Boke Ami" ou blanket net; elles ont eu lieu de nuit, le poisson étant attiré près du bateau par un lamparo immergé. Plusieurs

Figure 109. La région nord de Madagascar.

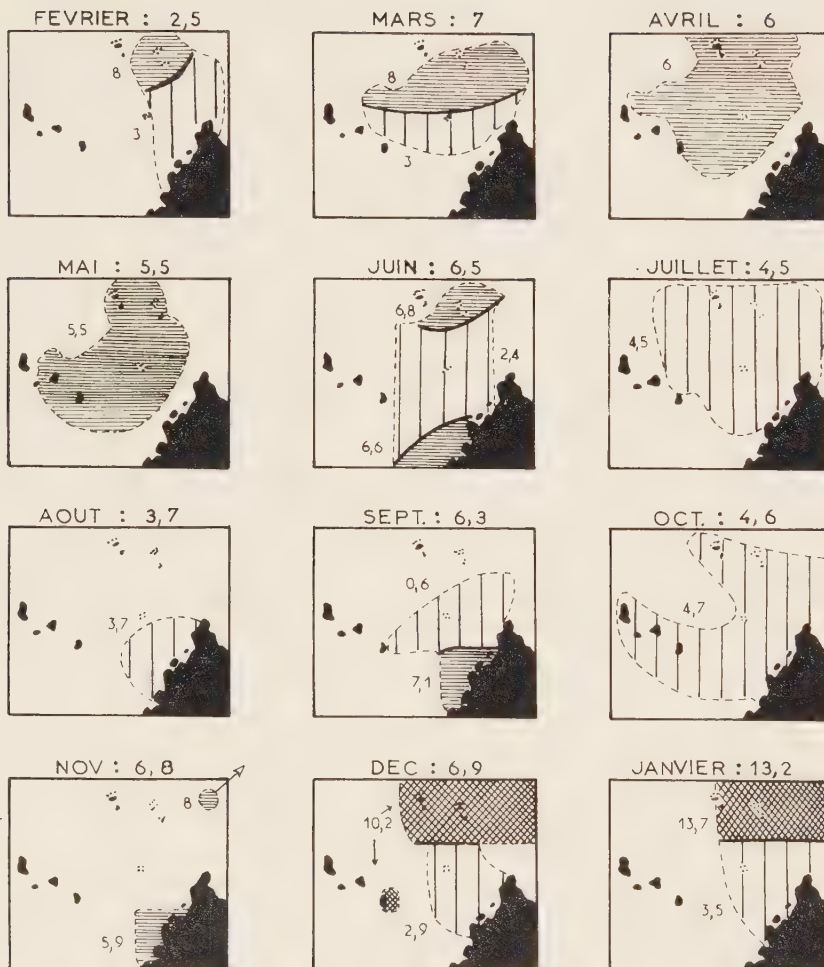
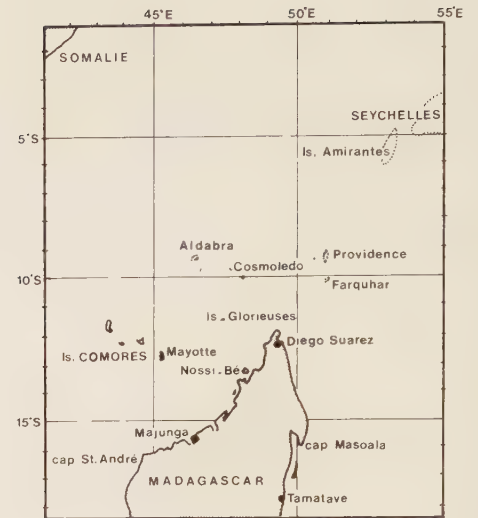


Figure 110. Evolution mensuelle des rendements et des zones de pêche (d'après Dupont et Ralison, 1973).



Rendements < 5 t/j (rendement = 3 t/j)



5 t/j < Rendements < 10 t/j (rendement moyen = 6,8 t/j)



Rendements > 10 t/j

Mai: 5,5 = Rendement moyen du mois, exprimé en tonnes.

coups de filet étaient donnés au cours de la nuit jusqu'à ce qu'une quantité suffisante d'appât soit capturée.

Les prises mensuelles ainsi que les rendements moyens par nuit de pêche sont présentés dans le tableau 22. Au mois d'août, on observe une chute brutale des rendements, les navires étant restés 7 jours consécutifs sans pouvoir pêcher le moindre appât. Les captures de listao sont aussi plus faibles, les bancs répondant moins bien à l'appâtage.

Tableau 22

Variations mensuelles des captures, des efforts et des rendements en appât vivant des 3 canneurs, de la Kaigai Gyogyo (d'après Dupont et Ralison, 1973)

Mois	Captures totales (en kg)	Nombre de nuits de pêche	Rendements moyens par bateau et par nuit (en kg)
<u>1972</u>			
FEVRIER	7300	25	294
MARS	9900	29	340
AVRIL	7100	19	373
MAI	9600	22	437
JUIN	12900	25	515
JUILLET	11400	26	443
AOÛT	8100	37	216
SEPTEMBRE	17900	47	381
OCTOBRE	15500	31	500
NOVEMBRE	14700	42	351
DECEMBRE	11200	20	559
<u>1973</u>			
JANVIER	6400	14	454
TOTAL	132000	337	391

- Prospections de la Toshoku

Le "Daido Maru", canneur de la Toshoku, a effectué à Madagascar des essais de pêche à la canne, de janvier à septembre 1973. Ce bateau, basé à Tamatave sur la côte est, n'était autorisé à prospecter que la zone située au sud d'une ligne joignant Majunga (côte ouest) au cap Masoala (côte est). Compte tenu des faibles rendements obtenus dans cette zone au tout début de la prospection, ce navire a pu se diriger sur la côte nord-ouest du pays où il a réalisé la quasi totalité de ses captures. Les résultats obtenus au cours des neuf mois de recherche, sont résumés dans le tableau 23. Les rendements sont du même ordre de grandeur que ceux des 3 canneurs de la Kaigai Gyogyo avec également une chute des valeurs en août.

Tableau 23

Captures mensuelles et rendements obtenus par le "Daïdo-Maru"
de janvier à septembre 1973
(d'après Dupont et Ralison, 1973)

Mois	Captures . totales (en tonnes)	Nombre de jours de pêche	Rendements par jour de pêche (en tonnes)
JANVIER	46,5	14	3,3
FEVRIER	67,2	10	6,7
MARS	81,0	13	6,2
AVRIL	80,6	12	6,7
MAI	71,0	11	6,5
JUIN	89,0	17	5,3
JUILLET	63,0	13	4,8
AOÛT	34,4	13	2,6
SEPTEMBRE	15,5	4	3,9

Toutes les pêches d'appât ont été réalisées sur la côte est, en baie d'Antongil. Au total, 7 tonnes ont été capturées en 45 nuits de pêche, ce qui donne environ 160 kg/nuît de pêche; ce résultat est relativement faible comparé à ceux des canneurs opérant sur la côte nord-ouest.

- Prospections de la Manivico

Basé à Diego-Suarez le canneur de la Manivico, "Kuroshio Maru 72", affrété à la compagnie Nichiro Gyogyo Ltd, a effectué des essais de septembre 1973 à juillet 1974. Toutes les pêches, tant pour le thon que pour l'appât, ont eu lieu dans la région nord-ouest de Madagascar. Les captures mensuelles de thon ont varié de 50 tonnes à 70 tonnes par mois avec un pic de production de 150 tonnes en avril.

5.1.1.2 Autres prospections réalisées dans le sud-ouest de l'océan Indien

- Prospection du "Vendôme"

En 17 jours de pêche réalisés en avril-mai 1973 dans la zone comprise entre la côte nord-ouest de Madagascar et les Comores, 4,3 tonnes de thons seulement ont été capturées. Ce thonier mixte a opéré à la canne et à fait également des essais de senne: 1 tonne de listao et 1,2 tonne d'albacore ont été pêchées à la canne; 1,5 tonne de listao et 0,6 tonne d'albacore ont été capturées à la senne.

Les distributions de taille des listaos capturés présentaient un mode à 54 cm pour les individus pêchés au nord de Madagascar et près de Nossi-Bé, et à 49 cm pour ceux pris dans la zone des Comores (Lebeau, 1973). Mis à part quelques petits albacores de 5 à 7 kg, l'ensemble de ceux pêchés à la canne se composait d'individus de 25 à 30 kg chacun.

- Prospection du "Macareux"

Ce canneur de type basque n'a passé que peu de temps sur les lieux de pêche. Son calendrier s'est établi ainsi : 3 jours de pêche d'appât (Nossi-Bé), 10 jours de route et recherche, 4 jours de pêche au thon. Les zones de concentration ont été les accores d'Aldabra (poisson ne mordant pas), les accores ouest des Amirantes et le sud du banc des Seychelles. Il a été pêché 7,5 tonnes d'albacore et 0,75 tonne de listao. La mortalité importante de l'appât en vivier, en raison d'une température d'eau relativement élevée et d'une mer agitée par endroit, n'a pas permis de pêcher au mieux les mattes rencontrées (Lebrun, 1973). Les listaos avaient des tailles comprises entre 50 et 60 cm et les albacores se présentaient sous deux groupes distincts l'un entre 54 et 60 cm, l'autre entre 95 et 115 cm.

- Prospections espagnoles aux Seychelles

Ces prospections ont débuté en juin 1981 et devaient durer une année; différents problèmes ont conduit à une interruption prématurée de l'expérience, en mars 1982. Les deux navires utilisés avaient les caractéristiques suivantes:

- "Bahía de Santoña" : 24 m de long h.t., 120 tonneaux de jauge brute, 420 CV et 14 hommes d'équipage;
- "Nuevo Madre del Cantabrico" : 26 m h.t, 124 tjb, 400 CV et 18 hommes d'équipage.

Pour leurs pêches d'appât, tous deux étaient équipés d'une bolínche, de 240 m de long pour 70 m de chute, et d'un sonar leur permettant de localiser les bancs d'appât pendant la nuit.

. Appât vivant : au début de la prospection, des essais de pêche de nuit, au lamparo ont eu lieu dans les baies autour de Mahé, île principale de l'archipel. Devant le nombre d'essais nuls, les canneurs se sont vite écartés des îles et ont recherché, toujours de nuit sur le plateau, des bancs de petits pélagiques susceptibles de servir d'appât vivant. Des bancs de chinchards, Decapterus ont ainsi pu être localisés dans la partie sud-sud-ouest du plateau et pêchés assez régulièrement, jusqu'en décembre. Si, durant toute cette première partie de la prospection, le temps consacré à l'approvisionnement en appât n'a jamais excédé 20% du temps passé en mer, il n'en a plus été de même par la suite. En février, par exemple, les deux bateaux ont passé près de 45% du temps de mer à rechercher l'appât (Cort, 1983). Le principal problème rencontré au cours de cette prospection a souvent été la taille excessive des appâts capturés, à l'origine d'une moins bonne réponse du thon lors de l'appâtage.

. Captures et rendements : 568 tonnes de thon réparties en 385 tonnes d'albacore, 182 tonnes de listao et 1,5 tonne de thonidés mineurs (Gymno-sarda unicolor et Acanthocybium solandri) ont été capturées de juillet à décembre 1981. De janvier à mars 1982, les deux canneurs n'ont pêché que 44 tonnes avec 75% d'albacore et 25% de listao. L'évolution mensuelle des captures est indiquée dans le tableau 24.

Tableau 24

Evolution mensuelle des captures et des rendements
obtenus par les deux canneurs espagnols
dans les eaux seychelloises,
de juillet 1981 à mars 1982
(d'après Cort, 1983).

Années	Mois	Captures (en tonnes)	Nombre de jours de mer	Rendements (en t/j de mer)
1981	JUILLET	29,5	31	1,0
	AOUT	52,4	12	4,4
	SEPTEMBRE	60,7	18	3,4
	OCTOBRE	187,9	28	6,8
	NOVEMBRE	177,5	21	8,5
	DECEMBRE	59,7	6	10,0
1982	JANVIER	20,8	3	6,9
	FEVRIER	10,0	4	2,5
	MARS	13,0	4	3,3
TOTAL		611,5	127	4,8

Les rendements sont très variables d'un mois sur l'autre; d'une tonne au début de la prospection ils passent à près de 10 tonnes par jour de mer en décembre, pour retomber à 2 ou 3 tonnes par jour en février-mars. De septembre à janvier, les albacores ont, semble-t-il, tendance à se concentrer en bancs compacts, assurant de meilleures captures qu'en février-mars ou ils sont beaucoup plus dispersés (Cort, 1983). Traditionnellement les espagnols ayant toujours recherché prioritairement l'albacore en négligeant le listao, on comprend mieux la forte proportion de cette espèce dans les captures tout au long de la prospection et le faible niveau des prises en février-mars, lorsqu'il est plus difficile à pêcher. Une cartographie des zones de pêche et des rendements est donnée à la figure 111.

La répartition mensuelle des tailles des individus capturés au cours de la prospection (figures 112 et 113) montre un regroupement des tailles de listaos entre 50 et 60 cm de longueur à la fourche (poissons de 3 à 4 kg) alors que les albacores présentent deux modes bien distincts: l'un vers 20 cm de longueur prédorsale (poissons d'environ 4-5 kg) et l'autre vers 25-30 cm (poissons de 15 à 20 kg).

5.1.1.3 Prospections réalisées sur la côte est-africaine

- Prospection au Mozambique

Les ressources thonières du Mozambique ont été étudiées à partir d'observations faites par différents bateaux de recherche (7 au total) qui se sont succédés dans les eaux du pays, de 1976 à 1979. Malheureusement, la recherche thonière n'étant pas leur principal objectif, les renseignements obtenus étaient donc insuffisants. Des prospections complémentaires, orientées directement sur le thon, furent entreprises fin 1978 avec un palangrier. Plus tard, en septembre 1983, débutait un programme expéri-

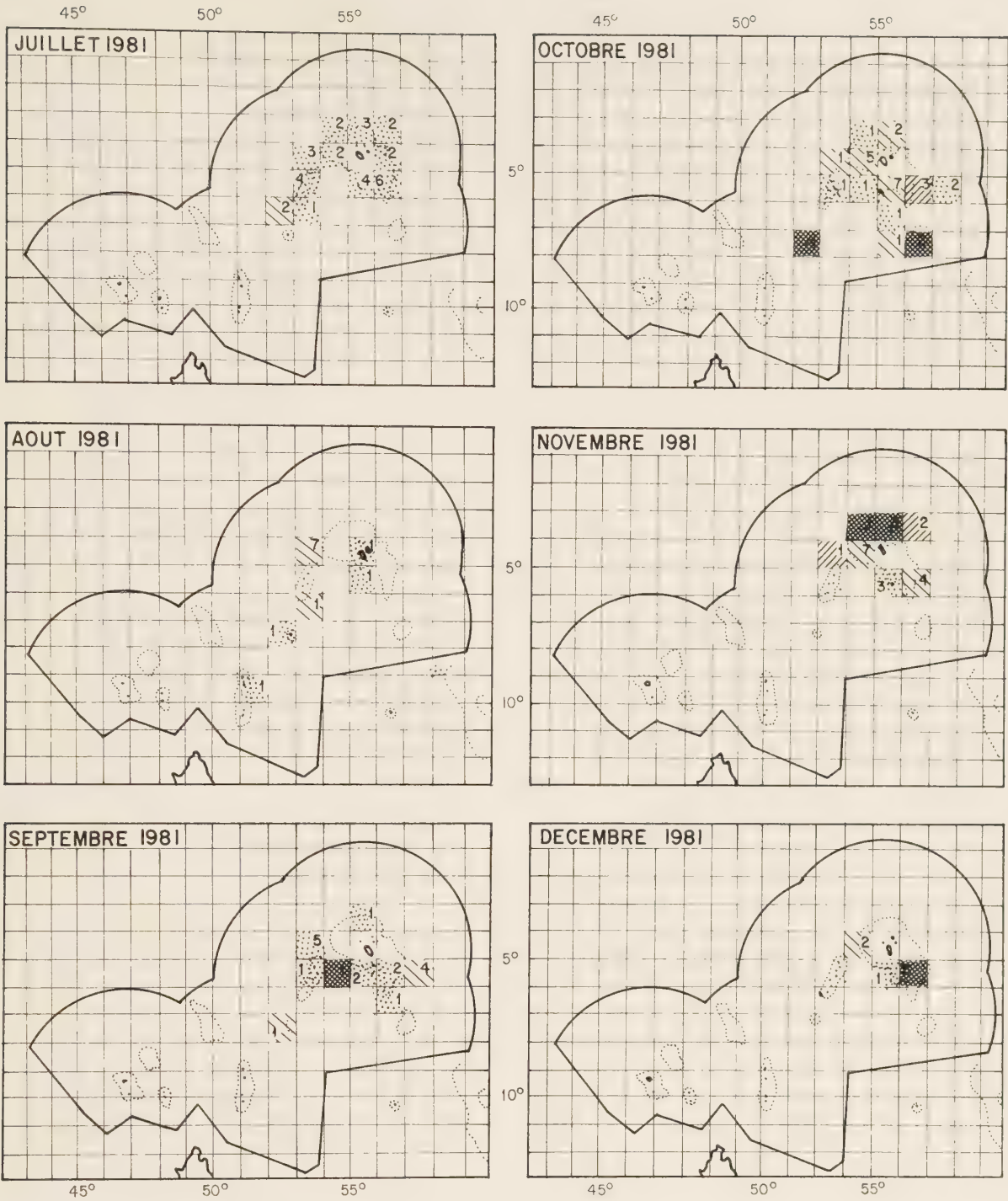


Figure 111. Zones de pêche et rendements mensuels moyens (t/j mer) des canneurs espagnols au cours de leur prospection (d'après Cort, 1983).

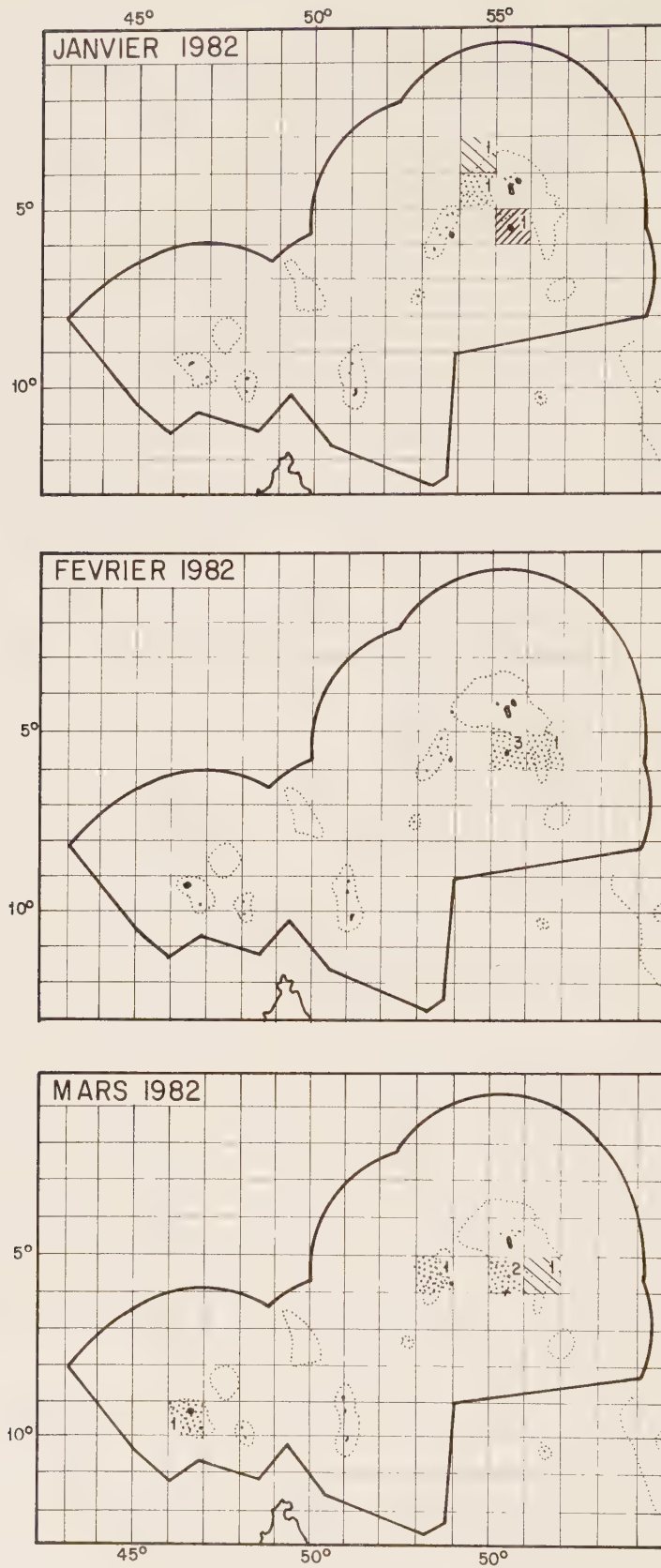


Figure 111. (suite) Zones de pêche et rendements mensuels moyens (t/j mer) des canneurs espagnols au cours de leur prospection (d'après Cort, 1983).

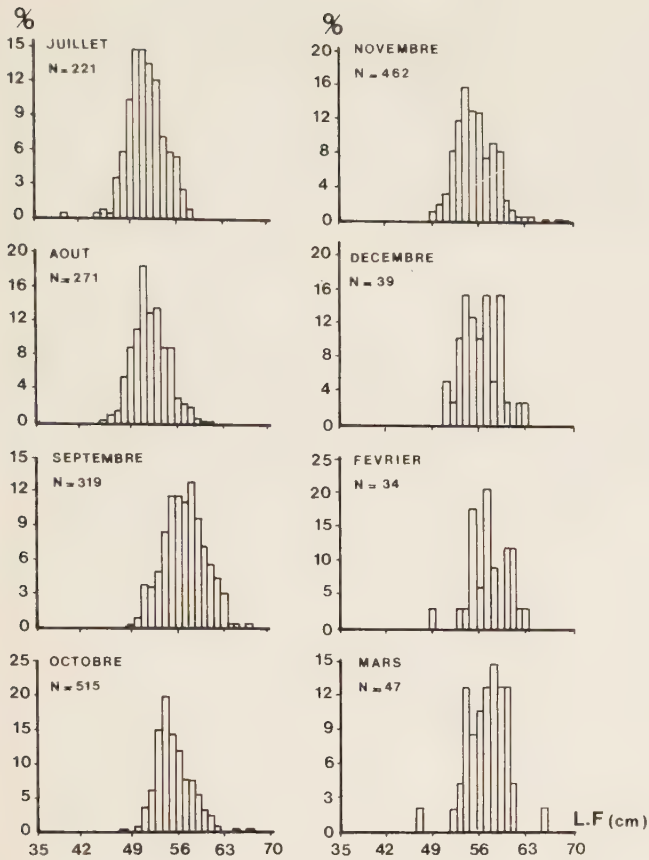
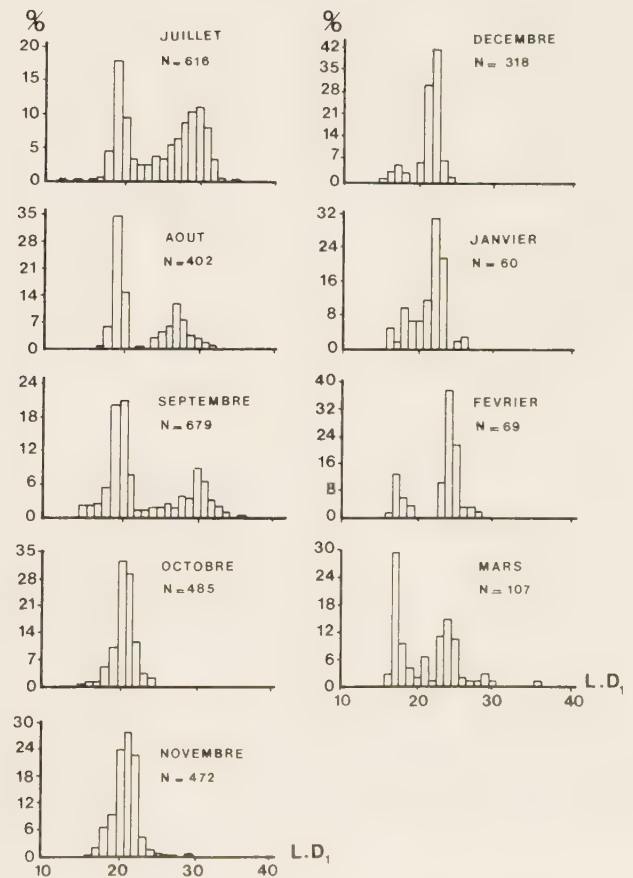


Figure 112. Tailles des listaos capturés par les canneurs espagnols (d'après Cort, 1983).

Figure 113. Tailles des albacores capturés par les canneurs espagnols (d'après Cort, 1983).



mental de pêche au thon à la canne et appât vivant; un canneur cap-verdien de 39 m de longueur h.t. et 1000 CV était affrété par la FAO.

De septembre 1983 à avril 1985, 17 marées ont été réalisées par ce canneur, soit au total 302 jours de mer répartis en 115 jours (38%) consacrés à la pêche au thon, 146 jours (48%) à la pêche de l'appât, 17 jours de route (5%) et 24 jours d'inactivité due au mauvais temps. Les aires prospectées ont couvert l'ensemble de la côte du Mozambique depuis Maputo au sud jusqu'à Pemba au nord.

En 17 marées, 336 tonnes de thon ont été pêchées avec un rendement moyen de 2,9 tonnes par jour de pêche et 1,1 tonne par jour de mer. Les prises se sont réparties en 86% de listao, 12% d'albacore et 0,3% de patudo, le reste comprenant des petits thonidés. Les meilleurs rendements ont été obtenus au sud de 22°S dans la région de Maputo (figure 114); le nombre de bancs observés a été cependant supérieur dans la région située au nord de 17°S mais la réponse des bancs à l'appâtage y était mauvaise (tableau 25).

Tableau 25

Nombre de bancs observés et pêchés avec succès,
et rendements obtenus par secteur lors des prospections
à la canne effectuées au Mozambique
(Moreira Rato, 1985)

Secteur de pêche	Nombre de bancs observés	Nombre de bancs pêchés	Rendements en tonnes	
			Albacore	Listao
Zone I (nord de 17°S)	507	96	0,06	0,54
Zone II (17°S à 22°S)	58	46	0,12	1,20
Zone III (sud de 22°S)	273	253	0,59	4,11

Durant les 146 jours de pêche consacrés à l'appât, 155 opérations de pêche diverses ont eu lieu, du nord au sud du pays. 75 coups de senne (bolinche) de jour (48 positifs et 27 nuls) ont permis de capturer 3910 kg d'appât, soit une moyenne de 52,1 kg/coup de filet. De nuit, 61 essais (58 positifs et 3 nuls) ont assuré une prise de 8160 kg soit environ 134 kg par coup. Les sardinelles (Sardinella gibbosa et S. melanura) ont constitué la majeure partie des captures (67% de jour et 42% de nuit) suivies des Carangidés (Selar crumenophthalmus, Decapterus sp.). Les essais réalisés avec le "boke ami" (6 de jour et 10 de nuit) ont rapporté 620 kg d'appât, donnant un rendement moyen d'une quarantaine de kg par lever de filet. Dans ce cas, Carangidés et Engraulidés étaient fortement représentés dans les prises. Enfin, la senne de plage n'a donné que des résultats peu significatifs. Les meilleurs rendements d'appât vivant, et les plus réguliers, ont été obtenus dans la zone nord.

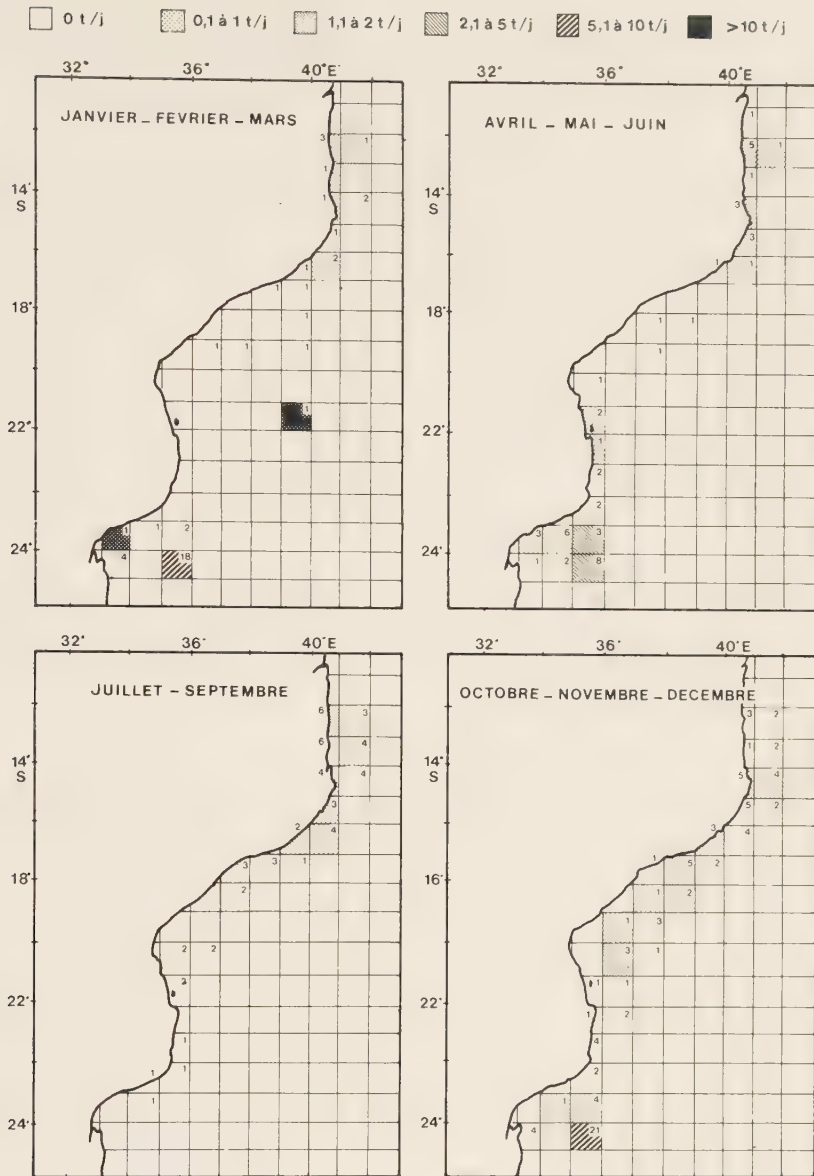


Figure 114. Rendements trimestriels moyens par carré de 1°, obtenus lors des prospections effectuées à la canne au Mozambique (les chiffres inscrits dans les carrés sont les jours effectifs de pêche).

- Prospection en Tanzanie

Les opérations de prospections ont été conduites au moyen du "Tauro", chalutier pêche arrière de 22 m et 370 CV, transformé en canneur muni d'un petit vivier de 4,5 m³, permettant de stocker de 60 à 70 kg d'appât. 9 marées totalisant 33 jours de mer ont eu lieu entre octobre et décembre 1983.

Les pêches d'appât ont été faites de nuit, au moyen d'un boke ami de 10m x 8,5m disposant de mailles de 6 mm, le poisson étant attiré par 2 lampes de surface de 500 watts. Menées en 12 endroits différents autour des îles Zanzibar et Pemba durant 21 nuits, les pêches ont permis de capturer 992 kg de petits poissons pélagiques en 45 coups de filet. Les principales espèces ont été Sardinella spp, Herklotsichthys punctatus et Stolephorus spp (Lee, 1983).

La recherche du thon a duré 129 heures au cours desquelles 115 mattes ont pu être repérées (0,89 banc/h); 50 bancs ont été appâtés et 26 pêchés avec succès. 70% des bancs ont pu être identifiés et parmi eux, les plus abondants étaient ceux de listao (65,4%), puis ceux d'albacore (18,5%) suivis par les bancs plurispécifiques (12,4%) et par ceux de thonine (3,7%).

Les rendements par jour de pêche ont été très variables : de 0 à 2,5 tonnes, la moyenne s'établissant à 800 kg/jour. Les listaos débarqués avaient des poids compris entre 2 et 5,5 kg et les albacores de 2 à 9 kg.

5.1.2 Dans l'océan Indien oriental

Elles se résument à deux séries de prospections ayant eu lieu presque simultanément dans les eaux sri lankaises; l'une a été organisée par une société japonaise et l'autre par les Nations Unies (FAO).

5.1.2.1 Prospection japonaise à Sri Lanka

Au moment où la Kaigai Gyogyo termine ses prospections à Madagascar et qu'une société mixte malgache-nippone est sur le point d'être créée, les japonais organisent de nouvelles campagnes dans la partie est de l'océan, plus particulièrement à Sri Lanka. Un accord est passé entre le Gouvernement de ce pays et la société japonaise Nichiro Fishing Company afin d'évaluer la faisabilité d'une exploitation industrielle du thon dans la région.

Les prospections furent menées par trois canneurs:

- le "Seisho Maru", 266 GT, de mars à décembre 1973,
- le "Kurushio Maru", 240 GT, de juin 1973 à mai 1974,
- le "Shinshyu Maru", 193 GT, de mai à octobre 1974.

. L'appât vivant : pour leur permettre de s'approvisionner en appât, les deux premiers canneurs disposaient de sennes ayant respectivement 270 et 240 m de long, tandis que le troisième navire utilisait un boke ami de 11 m de coté. Chaque bateau était équipé de viviers permettant de transporter environ 1,5 tonne d'appât. Les captures ont été faites de nuit, en utilisant soit des lampes sous-marines de 200 à 300 watts, soit des lampes de surface de 1000 watts. L'essentiel des pêches a eu lieu dans trois secteurs: 36% à Chilaw (côte ouest), 26% dans les environs de Trincomalee (côte est) et 26% au nord-est de l'île. Les essais furent rarement fructueux au sud de l'île. Selon la mousson, les pêches ont été faites sur l'une ou l'autre côte: à l'ouest de novembre à février, à l'est le reste de l'année, de manière à toujours travailler à l'abri du vent. La répartition spécifique des captures est assez hétérogène d'une côte à l'autre. Néanmoins, les sardinelles sont toujours dominantes (tableau 26).

Tableau 26

Répartition spécifique des captures d'appât
au cours de la prospection japonaise à Sri Lanka
(d'après Sivasubramanian, 1975)

Espèces	Côte est	Côte ouest
<u>Sardinella</u> sp.	67%	41%
<u>Ambligaster</u> sirm	7%	23%
Carangidés	7%	0%
Engraulidés	8%	0%
Caesionidés (<u>Dipterygonotus</u> essentiellement)	7%	34%

Les rendements en appât obtenus par les 3 canneurs sont très voisins bien que les techniques de pêche diffèrent; ils atteignent en moyenne 280 kg par jour de pêche et 400 kg si l'on ne considère que les jours de pêche fructueux. Sur un total de 579 jours passés en mer par les 3 navires, 384 jours (soit 66%) ont été consacrés aux pêches d'appât parmi lesquels 269 ont donné des résultats positifs.

. Résultats des pêches de thon : environ 410 tonnes de thon (64,3% de listao, 35,4% d'albacore et 0,3% d'auxide) ont été capturées par les 3 canneurs au cours de la prospection; 195 jours seulement ont été consacrés à la pêche au thon proprement dite et 148 ont fait l'objet de captures. Malgré leur taille, les bateaux n'ont pu déployer leur activité que dans les secteurs les moins touchés par la mousson. Bien souvent, en raison de pêche d'appât insuffisantes, les navires ont dû rester au mouillage jusqu'à la nuit suivante pour tenter de nouveaux essais. Ce n'est que dans 18% des cas que les navires ont pu partir à la recherche du thon le jour même. Ces contraintes ont fait que les rendements ont été très bas avec une prise moyenne de 0,7 tonnes par jour de mer seulement. En ne considérant que les jours effectivement passés à chercher et à pêcher le thon, les rendements ont atteint 2,1 t/jour de pêche (Sivasubramanian, 1975). Les meilleurs résultats ont été obtenus de septembre à décembre. Les mois de juin à septembre se sont révélés comme étant une mauvaise période pour la pêche à la canne, ce qui confirme les résultats de la pêche artisanale. Les zones de pêche sont présentées à la figure 115. Albacore et listao présentent des distributions de tailles plurimodales (figure 116). Les modes principaux se situent autour de 48-50 cm et 62-80 cm pour l'albacore, et autour de 44-66 cm et 58-60 cm pour le listao. Sivasubramanian (1975) a estimé pour chaque bateau la quantité de thon pêchée avec 1 kg d'appât; les résultats sont de 0,6 et 4,6 kg de thon/kg d'appât, valeurs très inférieures à celles obtenues à Madagascar à la même période (20 à 30 kg).

5.1.2.2. Prospection menée par les Nations Unies à Sri Lanka

Un petit canneur japonais, le "Kosei Maru" (21,2 m de long, 59 GT) a été affrété par la FAO de décembre 1973 à mars 1975 (Joseph, 1984); les résultats des prospections ont permis de confirmer l'existence de deux saisons de pêche favorables, l'une s'étendant de février à avril, l'autre de septembre à décembre. Durant ces périodes, les rendements ont été supérieurs à 1 t/jour, alors que sur l'ensemble de l'année, la prise moyenne par jour effectif de pêche au thon a plafonné à 680 kg (Sivasubramanian, 1977). Si l'on tient compte du temps nécessaire pour obtenir l'appât le rendement s'établit à 180 kg/jour de mer seulement.

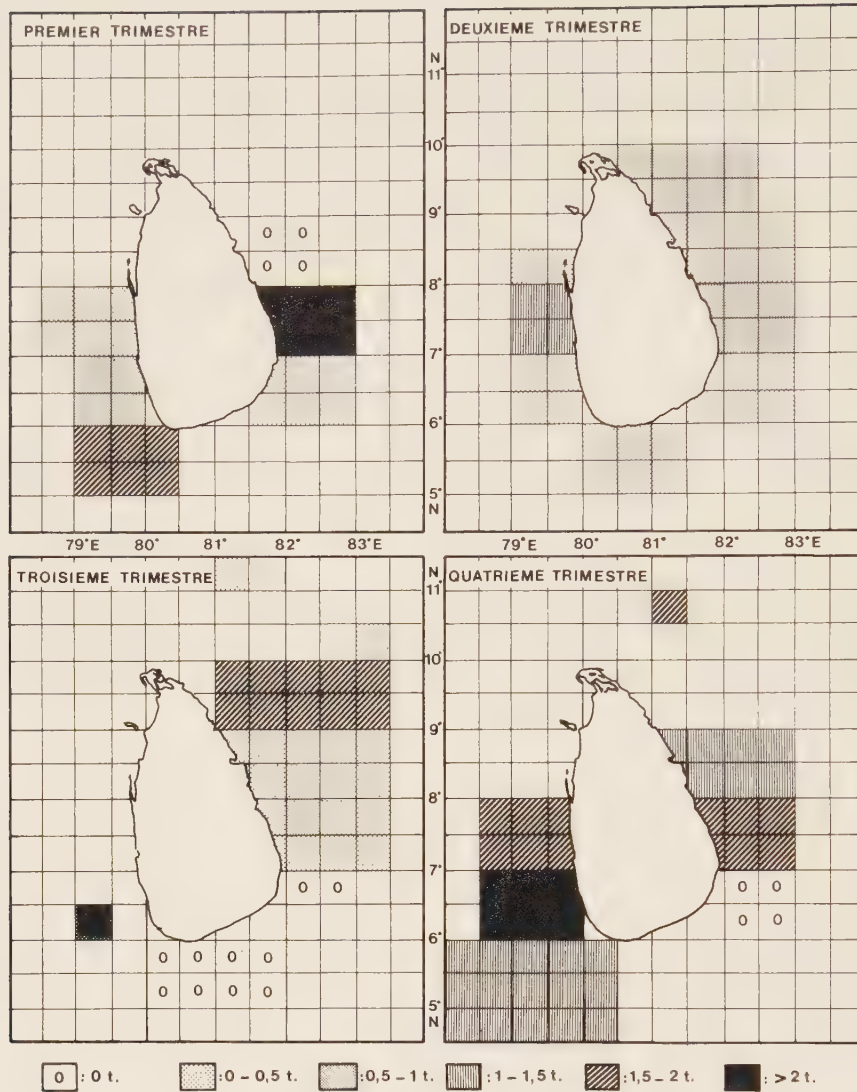


Figure 115. Evolution trimestrielle des prises moyennes par jour de mer au cours de la prospection japonaise à Sri Lanka (d'après Sivasubramanian, 1975).

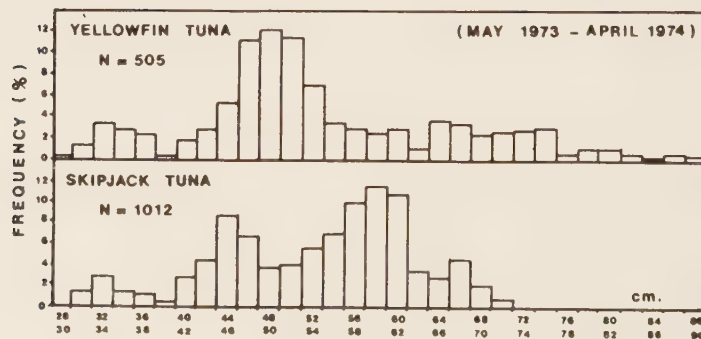


Figure 116. Distribution des tailles des individus capturés durant la prospection japonaise (d'après Sivasubramanian, 1975).

Le type de gréement retenu par le "Kosei Maru" pour la pêche d'appât était un liftnet classique. Les résultats n'ont pas été satisfaisants: la plupart des pêches d'appât fut nulle ou très faible, obligeant le navire à passer 45% de son temps de mer à cette activité. Par la suite, le canneur a expérimenté des filets maillants à thon avec des résultats toujours aussi décevants puisque les rendements obtenus ont été inférieurs à ceux des embarcations artisanales existantes.

5.1.2.3 Prospection menée par les Nations Unies en Thaïlande

En 1975, la FAO initiait en Thaïlande un projet de développement de la pêche thonière à la canne avec appât vivant. Les essais préliminaires s'étant avérés positifs, une prospection systématique était entreprise d'octobre 1978 à septembre 1981.

- Moyens mis en oeuvre: les deux chalutiers, "Pramong 3" et "Pramong 10", de la station marine de Phuket, ont été transformés à cette occasion. Le "Pramong 3", de 21,3 m de long et 250 CV, a surtout été utilisé pour la pêche de l'appât vivant, alors que le "Pramong 10" (25,6 m et 412 CV), plus grand et plus puissant, était employé pour la pêche du thon. Le "Pramong 3" était équipé d'un filet de type boke ami de 18 x 15 m avec des mailles de 10 mm, d'une bolinche de 200 m de long sur 20 m de chute (maille de 10 mm) et d'une lampara (senne) de 227 m de long (200 m d'ailes et 27 m de poche) pour 19 m de chute (mailles variant de 16 cm aux extrémités des ailes à 10 mm dans la poche). Le poisson était attiré la nuit par 6 lampes de surface de 500 W chacune et d'une lampe sous-marine de même puissance. Le "Pramong 10" était équipé d'un boke ami un peu plus petit. Etant approvisionné en appât par le "Pramong 3", ce navire n'effectuait ses propres pêches qu'à titre de complément, les jours de moindre abondance. L'appât était stocké à bord, dans un grand vivier de 11,3 m³ installé sur le pont arrière du navire.

Les deux navires ont totalisé 540 jours de mer. Le "Pramong 3" a passé 288 jours à explorer divers sites côtiers susceptibles de fournir l'appât vivant; le "Pramong 10" a consacré 252 jours de mer à la recherche et à la pêche du thon.

- Résultats concernant l'appât vivant: le Pramong 3 a visité 43 secteurs et réalisé 276 nuits de pêche, au cours desquelles 25 tonnes ont été capturées. 18 secteurs se sont avérés improductifs avec chaque fois moins de 20 kg par coup de filet. Les trois types de filet ont été testés. Le boke ami a été utilisé 238 fois pour une prise d'environ 24 tonnes, soit un peu plus de 100 kg par coup de filet. La bolinche n'a fourni que 760 kg pour 14 coups soit un rendement de 54 kg/coup; quant à la lampara, les mauvais résultats (3 coups nuls) ont fait que cet engin a vite été abandonné (Hori et Yano, 1982). Les principales espèces pêchées ont été:

- anchois: 6,4 t (25,5%)
- sardinelles: 5,1 t (20,4%)
- atherinidés: 4,2 t (16,9%)
- chinchards: 2,9 t (11,7%)
- sprats: 1,3 t (5,1%)

Le "Pramong 10" a passé 105 nuits à prospecter 27 secteurs potentiels d'appât. Un total de 68 coups de filet a permis la capture de 5 tonnes d'appât, soit environ 70 kg/coup. Les mêmes espèces ont été pêchées mais en proportions différentes: Atherinidés 36%, sardinelles 18%, anchois 12% et chinchards 5% (Lee, 1982).

- Résultats de la pêche au thon: Le "Pramong 10" a consacré 191 jours à la recherche du thon (1720 heures d'observations à vue). 1914 bancs de thon ont été repérés soit un peu plus d'un banc par heure (Lee, 1982). 60% de ces bancs ont pu être identifiés. Les plus nombreux ont été ceux de

thon mignon (63%) et de thonine (18%). Des bancs plurispécifiques ont aussi été rencontrés (14%); ceux de listao ont été rares (3%). Les bancs ont été plus abondants en mousson de nord-est, de décembre à mars, qu'en mousson de sud-ouest (1,3 banc/heure contre 0,7); la petite taille de ces mattes a été constatée tout au long de l'année (moyenne de 1,5 t de mai à septembre et de 2,4 t d'octobre à mars). 81% des bancs capturés faisaient moins de 3 tonnes (Lee, 1982; FAO, 1982).

- Captures et rendements: sur un total de 889 bancs appâtés, 192 le furent en mousson de sud-ouest et 697 en mousson de nord-est. Les captures totales ont atteint 57 tonnes dont 55 obtenues pendant la mousson de nord-est; les rendements sont donc très variables d'une saison à l'autre: 23 kg/jour de pêche entre mai et septembre, période caractérisée par des vents forts et une mer agitée, contre 504 kg/jour de pêche en mousson de nord-est. Le thon mignon a prédominé (48 tonnes capturées) devant la thonine (4 t), le listao (4 t) et l'auxide (0,5 t). L'albacore a été quasiment absent.

Les conclusions découlant de ce projet tendraient à montrer qu'une exploitation des thons en mer d'Andaman ne peut être assurée de façon rentable au moyen de canneurs. Les difficultés rencontrées seraient à la fois liées à l'appât, dont les rendements de pêche sont assez moyens, et à la mauvaise réponse des bancs de thons mignon lors de l'appâtage.

5.2 PROSPECTIONS REALISEES AU MOYEN DE LIGNES DE TRAINE

Par ordre chronologique, on peut répertorier les opérations suivantes:

- 18 avril au 19 juin 1972 : la Compagnie Industrielle d'Armement et de Pêche, basée à la Réunion, déplace un navire de type palangrier congélateur, le "CIAP", dans la région, pour en estimer le potentiel en thon; sont prospectés les environs de Nossi-Bé, le nord du canal de Mozambique, la côte est-africaine (du Mozambique au Kenya) et les parages des Seychelles.

- 20 février au 10 mars 1974 : essai de pêche à la traîne sur les plateaux seychellois au moyen de deux baby-thoniers, l'"Ile Plate" et l'"Ile Longue", assistés du "Vendôme" qui, entre ses activités de pêche à la senne, assure la congélation des captures des 2 annexes;

- mai 1980 à juin 1981, prospection des accores de l'Ile Maurice dans le cadre d'un projet de coopération franco-mauricien;

- mars à décembre 1981 : la coopération germano-seychelloise met en place un programme global de recherche halieutique concernant les plateaux seychellois. Deux chalutiers de 32 m, l'"Ostsee" et le "Nordsee", pratiquent, entre autres techniques, la pêche à la traîne des thonidés.

Prospection du "CIAP":

Trois secteurs ont été visités :

a) Nord-ouest de Madagascar - îles Comores (5 au 21 mars 1972). Deux zones de concentration ont été observées, l'une située en bordure d'accors au large de Nossi-Bé, l'autre dans les parages des bancs du Castor, du Geyser et le nord-est des îles Comores. Cette courte exploration du secteur suggérerait une meilleure adéquation des canneurs par rapport à d'éventuels senneurs, pour la capture des bancs aperçus (Nockin et Leberre, 1972).

b) Côte est d'Afrique (21 au 29 mai 1972). Aucune apparence notable n'a été relevée dans cette zone, mais les conditions météorologiques ont été peu favorables aux observations. Les quelques poissons aperçus (albacores d'environ 6 kg) étaient éparés et très mobiles.

c) Le pourtour des Amirantes et des Seychelles (30 mai au 12 juin 1972). Les bancs les plus nombreux ont été trouvés dans ce secteur, surtout du listao sauf à l'est des Seychelles où des concentrations d'albacore ont été rencontrées. Trois tonnes furent pêchées avec 40% d'albacore et 60% de listao.

Essais de l'"Ile plate" et de l'"Ile longue":

Au cours de deux campagnes (respectivement de 6 et 8 jours de pêche) effectuées entre le 20 février et le 10 mars 1974, ces deux baby-thoniers de 17 m ont pêché 29 tonnes de thon et espèces associées (55% de thonine, 20% d'albacore, 25% de pélagiques divers). Des rendements satisfaisants de 1 t/jour/bateau ont été obtenus (Lebeau, 1974). Les lieux de pêche se sont limités au plateau des Amirantes. Au niveau des accores, les bancs étaient nombreux mais de petite taille. Les mattes d'albacores, très rapides, n'ont pu être pêchées de manière efficace à la traîne.

Prospection des accores de l'Ile Maurice:

De mai 1980 à juin 1981, des essais de pêche à la traîne ont été menés à Maurice à l'aide de l'"Anupama", bateau en fibre de verre de 10,2 m ht et 80 CV, gréé de deux tangons. 7 lignes ont été montées, 2 par tangon et 3 en poupe. Durant les 14 mois d'essais, 109 sorties d'une durée moyenne de 10 heures chacune ont permis de prospecter la côte ouest de l'île (la côte est n'a jamais été visitée); un total de 220 kg a été capturé soit environ 2 kg par sortie de 10 heures (Nedelec et Kallee, 1981).

Essais des chalutiers "Ostsee" et "Nordsee" aux Seychelles:

Ces chalutiers étaient munis de deux tangons latéraux disposant chacun de 6 lignes; quatre autres lignes étaient tendues à l'arrière du navire. Les prospections ont eu lieu en 1981 et 1982 sur le banc des Seychelles (77% de l'effort), le plateau des Amirantes (14%), ainsi que près des îles éloignées et au grand large (9%) (Steinberg et al., 1982). Les taux de capture, notamment pour la thonine et l'albacore, ont présenté d'importantes variations au cours de la journée, les meilleurs résultats étant obtenus de 9 h à 10 h et de 16 h à 18 h. Au cours des 9 mois de prospection, la période de mars à mai est apparue comme la plus productive en albacore et listao, quel que soit le secteur prospecté. L'albacore et la thonine ont représenté la majorité des 61 tonnes capturées (respectivement 45% et 31%). Le listao, plus fréquemment rencontré près des côtes n'a constitué que 3% des prises.

5.3 PROSPECTIONS DES SENNEURS DANS L'OCEAN INDIEN

Les premières campagnes thonières dans l'océan Indien au moyen de senneurs sont à mettre au compte des japonais et des australiens. Plus tard, en 1975, deux senneurs canadiens, affrétés par les Nations-Unies, prospectent la mer d'Andaman. Dès 1979, un senneur japonais battant pavillon de l'Ile Maurice commence une exploitation commerciale en vue d'approvisionner une conserverie établie dans ce pays. Ce n'est que plus tard, fin 1980, que les français commenceront leurs prospections dans l'ouest de l'océan Indien. Le senneur "Ile de Sein" sera le premier à venir travailler dans les eaux seychelloises et leurs parages immédiats. Un autre senneur, le "Yves de Kerguelen" prospectera ensuite pendant 7 mois cette même région. Simultanément, les japonais, avec le senneur "Nippon Maru", sillonnent la partie est, au large de Sumatra puis, en 1983, font une incursion dans l'ouest, entre les Seychelles et les Chagos.

5.3.1 Prospections effectuées sur la côte ouest de l'Australie

En 1973, un langoustier de 25 m, le "Western Star", a été transformé en senneur pour mener, pendant une année, une prospection sur la côte nord-ouest et ouest de l'Australie. Les opérations en mer ont débuté fin août 1973 et 164 jours de mer ont été effectués.

La zone prospectée s'est étendue de 17°S à 34°S; les opérations de recherche sont restées relativement côtières, ne s'étendant jamais à plus de 30 ou 40 milles au-delà des accores. 443 bancs de thonidés ont été rencontrés (maximum d'abondance en septembre 1973 et avril 1974) et 4 tonnes de thonines capturées à l'issue de 2 coups de filet positifs. Des lignes de traîne mises en place pendant les déplacements du navire ont amené à bord 524 poissons, thonines, listaos et petits thons rouges de moins de 4 kg (Robins, 1975).

5.3.2 Prospections effectuées en Thaïlande

Deux senneurs canadiens, le "Southward Ho" (34 m, 1125 CV) et le "Royal Venture" (29 m, 850 CV) ont effectué trois marées expérimentales de pêche à la senne dans les eaux thaïlandaise de l'océan Indien, de novembre 1975 à janvier 1976, puis en août 1976. Les filets utilisés étaient de très petite taille : 850 m de long pour 75 m de chute. Au cours des deux premières marées, des radiales orientées est-ouest, allant de la côte thai jusqu'à 95° E pour la première marée et 94° E pour la seconde, ont été réalisées. Pour la troisième marée, il n'y a pratiquement eu aucune prospection en dehors du plateau.

Malgré de bonnes conditions de visibilité, la recherche de thons majeurs a été totalement infructueuse: aucun banc n'a été aperçu tant par les senneurs, que par l'avion qui assistait les navires (Simpson et Chikuni, 1978). Les thons mineurs, peu nombreux au large, étaient en revanche concentrés près de la côte en bancs de 1 à 10 tonnes. Composés de thon mignon, de thonine et d'auxide, ils se dispersaient à l'approche des senneurs, rendant leur capture impossible.

Au cours de la première marée, deux coups de filet seulement ont été tentés (1 coup de 5 tonnes d'auxides et 1 coup nul à la suite d'ennuis mécaniques). L'abondance de poisson constatée en janvier 1974 a été moindre qu'en novembre-décembre 1973 dans la même zone. Des essais de pêche à l'aube, après attraction du poisson à la lumière pendant la nuit, n'ont donné que des résultats décevants.

5.3.3 Prospection du senneur "Ile de Sein"

Ce thonier de 48 m, 1800 CV, d'une capacité en cale de 320 tonnes, muni d'une senne de 1100 m de long pour 146 m de chute, a sillonné la zone des Seychelles, du 7 décembre 1980 au 5 mars 1981.

Le protocole d'accord signé entre le Gouvernement des Seychelles et l'Armement Coopératif Finistérien (propriétaire du senneur) prévoyait qu'une partie des pêches devrait se faire en collaboration avec l'un des canneurs seychellois de la SOGET (chapitre 6). L'intervention du canneur consistait soit à tenter de fixer la matte lorsqu'elle était très mobile, soit à concentrer le banc lorsque le poisson était dispersé, de manière à faciliter la pêche du senneur. Selon les circonstances et le comportement du poisson, les coups de filet ont été faits de deux manières: soit le canneur s'écartait de la matte et le senneur larguait son filet à côté du canneur, soit le canneur restait pour fixer le banc et le senneur l'encerclait, le canneur ne sortant du filet qu'une fois la coulisse virée. Il est arrivé également que le senneur opéra seul.

Trois marées, totalisant 79 jours de mer, ont été réalisées:

- première marée : du 7/12/1980 au 17/01/1981,
- deuxième marée : du 24/01 au 17/02/1981,
- troisième marée : du 18/02 au 05/03/81.

Les captures s'élevèrent à 470 tonnes. Le détail des captures par marée, en fonction de la technique de travail, est présenté dans le tableau 27. Sur l'ensemble de la prospection, 60 coups de filet ont été tentés; 18 eurent un résultat nul. La répartition des coups de filet en fonction du tonnage capturé est résumée au tableau 28. Les mattes rencontrées ont été, en général, de petite taille (90% des coups de filet inférieurs à 20 tonnes); les coups nuls ont atteint 30%.

Tableau 27

Répartition des captures par marée,
en fonction de la technique employée
(d'après Le Hir et Stéquert, 1981).

Méthode de pêche	1ère marée	2ème marée	3ème marée	Total
Senneur seul :				
Jours de mer	12	12	-	24
Coups de filet	19	3	-	22
Coups nuls	10	1	-	11
Captures (en tonnes)	125	18	-	143
Senneur + canneur :				
Jours de mer	29	12	14	55
Coups de filet	16	10	12	38
Coups nuls	5	0	2	7
Captures (en tonnes)	105	77	145	327
Premier cas:				
Le senneur tourne à côté du canneur:				
Coups de filet	8	4	5	17
Coups nuls	3	0	1	4
Captures (en tonnes)	37	24	92	153
Deuxième cas:				
Le senneur tourne sur le canneur :				
Coups de filet	8	6	7	21
Coups nuls	2	0	1	3
Captures (en tonnes)	68	53	53	174

Tableau 28

Répartition des coups de filet du senneur "Ile de Sein"
en fonction du tonnage capturé
(d'après Le Hir et Stéquert, 1981).

Tonnage par coup de filet	Nombre de coups de filet				
	1ère marée	2ème marée	3ème marée	Total	%
Coups nuls	15	1	2	18	30
1 à 10 t	11	8	5	24	40
11 à 20 t	5	4	3	12	20
21 à 30 t	2	-	1	3	5
31 à 40 t	1	-	-	1	2
41 à 50 t	1	-	1	2	3
Total	35	13	12	60	100

De nombreuses épaves ont été trouvées au cours des différentes marées: elles ont fait l'objet de 36 coups de filet. La proportion de coups sur ces épaves a largement fluctué entre la 1ère marée (40%) et les 2ème et 3ème marées, respectivement 92% et 83%. Les pêches sur épaves ont représenté 75% des prises totales, soit 353 tonnes. La meilleure calée a été de 25 tonnes et le rendement moyen par coup de filet, de 10 tonnes. Le taux de réussite a été plus élevé sur épaves (89%) que sur mattes libres (42%).

Les meilleures zones de pêche ont été l'est de la Z.E.E. des Seychelles, l'ouest des Amirantes et le nord-ouest de Farquhar (figure 117). Au cours de la première marée, la prospection a débordé vers l'est, dans les eaux internationales, où la majorité des prises a eu lieu.

Les rendements par jour de mer du senneur n'ont pas été améliorés lors des opérations de pêche menées conjointement avec un canneur. Par contre, l'action du canneur a permis d'augmenter de 30% les prises par coup de filet (tableau 29). Les rendements sur épave ont été deux fois plus élevés que sur les mattes libres.

Tableau 29

Rendements obtenus par le senneur "Ile de Sein"
selon la technique de pêche utilisée
(d'après Le Hir et Stéquert, 1981).

Circonstances	En tonnes par jour de mer	En tonnes par coup de filet
Senneur seul	5,96	6,50
Avec canneur	5,95	8,61
Sur épaves	-	9,81
Sans épaves	-	4,88
Moyenne	5,95	7,83

La proportion dominante de listaos et d'albacore de petite taille est liée à l'activité de pêche prépondérante sur épaves (tableau 30).

Tableau 30

Répartition des captures par espèce (en tonnes) et par marée du senneur "Ile de Sein" (d'après Le Hir et Stéquent, 1981).

Espèces	1ère marée	2ème marée	3ème marée	Total	%
Albacore (poids>10 kg)	59	-	45	104	22
Albacore (poids<10 kg)	61	45	50	156	33
Listao	110	50	50	210	45
Total	230	95	145	470	190

Les fréquences de tailles des listaos capturés montrent trois groupes différents qui pourraient correspondre à trois groupes d'âge distincts: individus de 35-36 cm âgés d'environ 1 an, individus de 47 à 52 cm, âgés de 2 ans et de 60 à 70 cm, ayant 3 ou 4 ans. La majorité des captures regroupait des individus de 2 ans. Pour les albacores, ce sont des individus de 50-55 cm (3 à 4 kg) et 75-85 cm (8-10 kg) qui ont été dominants.

Cette prospection, pleine d'enseignements, a encouragé l'organisation d'une campagne plus longue au moyen d'un grand senneur.

5.3.4 Prospection du senneur "Yves de Kerguelen"

Ce navire de 69 m de long, 3900 CV, possède une capacité de stockage de 800 tonnes de thon congelé. Pourvu d'un hélicoptère permettant le repérage du poisson ou des épaves dans un rayon d'une quinzaine de milles, il est muni d'une senne de 1500 m de long et de 185 m de chute.

Le port d'attache du navire a été Victoria, dans l'île de Mahé, capitale des Seychelles. La zone économique seychelloise a constitué le centre de la prospection, mais les eaux internationales adjacentes ont néanmoins été couvertes. Le canal de Mozambique a été visité en début et en fin de prospection (novembre 1981 et juin 1982), et le bassin des Mascareignes lors de trajets Seychelles-Maurice et Seychelles-La Réunion en avril-mai 1982.

- Secteurs d'abondance : de décembre à mars, les concentrations de thon en surface ont été trouvées principalement dans deux secteurs, le sud-ouest des Amirantes et l'est des Seychelles, jusqu'à 65°E au niveau de 5°S. Les bancs sont ensuite devenus moins abondants en avril-mai, ou concentrés dans une zone limitée comme ce fut le cas à l'ouest des Chagos en juin (figure 118). L'albacore a été l'espèce dominante en mousson de nord-est (novembre à mars), puis a sensiblement diminué, remplacé par du listao à partir d'avril. Les bancs épars ont été les plus nombreux. La distribution des tonnages évalués des bancs confirme les observations de l'"Ile de Sein" quant à la grande proportion de bancs de petite taille. Une proportion élevée du nombre de mattes évoluait à des vitesses supérieures à 6 noeuds (tableau 31). Dans le canal de Mozambique, les bancs aperçus étaient trop rapides et les concentrations se situaient trop près des îles (Europa, Bassas da India, Juan de Nova, Mayotte) pour être accessibles à la senne.

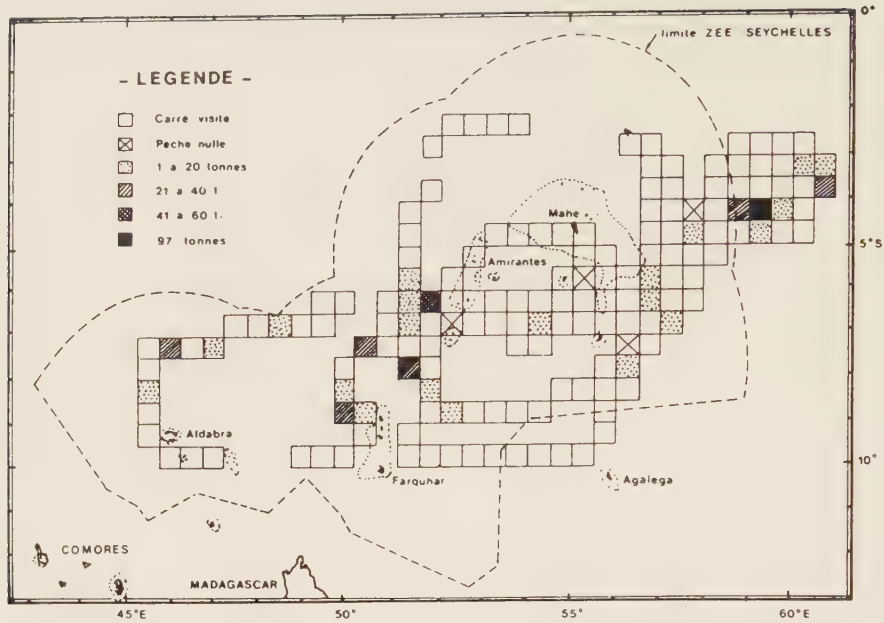


Figure 117. Lieux de pêche et captures du senneur "Ile de Sein" (d'après Le Hir et Stéquert, 1981).

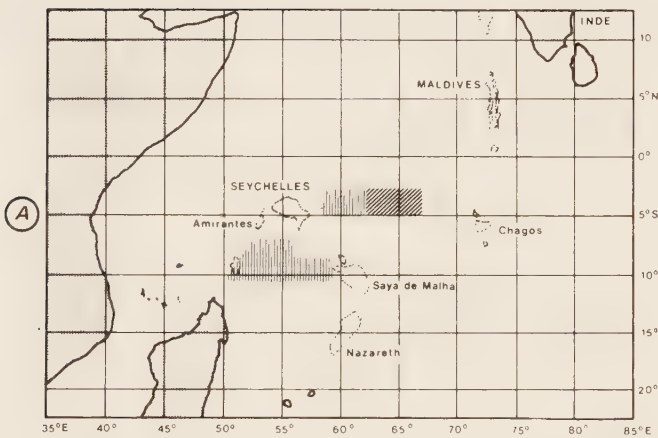
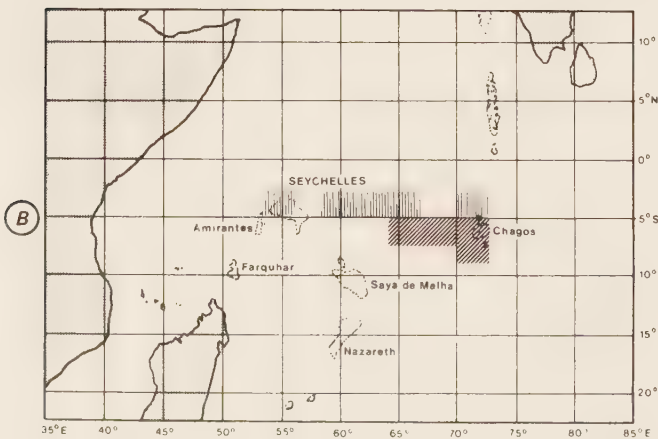


Figure 118. Secteurs d'abondance en bancs de thons de surface rencontrés par le senneur "Yves de Kerguelen" (d'après Marsac et Stéquert, 1983).



A - de décembre 1981 à mars 1982

B - en mai et juin 1982

zone à forte abondance de thons
zone à abondance moyenne de thons

Les quelques coups tentés se sont tous révélés nuls. Lors du trajet vers l'Ile Maurice et La Réunion, on a pu constater une disparition progressive des groupes d'oiseaux associés au thon au sud de 13°S. En l'absence de ces indicateurs, le repérage des mattes devient difficile. Seuls quelques petits bancs ont été vus à proximité de Tromelin et de l'Ile Maurice.

- Captures : un total de 1370 tonnes a été mis à terre pendant les 7 mois de campagne. La première marée a été marquée par une grande proportion de coups nuls. Ceux-ci ont été dûs à l'instabilité et à la rapidité du poisson qui fuyait dès qu'il était encerclé. Dans le canal de Mozambique, les eaux étaient claires et la thermocline profonde. La deuxième marée s'est révélée plus fructueuse, les secteurs sud et est des Seychelles ayant donné des résultats analogues. Les captures de la troisième marée ont toutes été faites autour d'épaves en dérive. Les quelques coups nuls enregistrés concernaient des mattes non associées composées de poissons mélangés. Au cours de la quatrième marée, les observations ont été pauvres et, par conséquent, les captures peu importantes. L'ensemble des prises de la cinquième marée a été réalisé à l'ouest du plateau des Chagos, sur des mattes non associées.

La répartition saisonnière des captures, des efforts et des rendements est présentée dans le tableau 32. On constate que les meilleurs résultats ont été enregistrés en mousson de nord-est, c'est-à-dire en été austral. Il faut cependant signaler que la prospection en mousson de sud-ouest s'est limitée à une période de 3 semaines, le senneur ayant regagné l'Atlantique en juillet 1982. La grande proportion de calées inférieures à 30 tonnes (tableau 33) révèle une nouvelle fois l'abondance de petits bancs dans la région.

Tableau 31

Répartition (en nombre d'observations) des bancs de thon rencontrés, en fonction de l'espèce, de leur aspect, de leur taille et de leur mobilité (d'après Marsac et Stéquer, 1983).

	Mousson de nord-est	Inter- mousson	Mousson de sud-ouest	Total
Albacore	131	21	26	178
Listao	66	26	37	129
Mélangés	102	12	6	120
Ravil	3	1	-	4
Balbaya	63	5	12	80
Sardara	64	10	9	83
Brisant	30	1	2	33
Pièce, épars	155	44	46	245
Taille indéterminée	150	51	17	218
Matte inférieure à 10 tonnes	108	5	31	144
Matte de 10 à 30 tonnes	28	2	9	39
Matte de 31 à 60 tonnes	22	1	9	32
Matte supérieure à 60 tonnes	4	1	3	8
Matte immobile	29	5	-	34
Vitesse de 1 à 5 noeuds	108	42	27	177
vitesse de 6 à 12 noeuds	57	13	42	112

Tableau 32

Résultats des captures du "Yves de Kerguelen" par type de coups de senne entre décembre 1981 et juin 1982
(d'après Marsac et Stéquert, 1983).

	Mousson de nord-est	Inter- mousson	Mousson de sud-ouest	Total
Prises totales (en tonnes)	920	183	267	1370
Jours de mer	78	45	33	156
Jours de pêche	74	34	29	137
Prises par jour de pêche	12,4	5,4	9,2	10
Nombre de coups de senne :	65	17	15	97
- sur épave	29	11	1	41
- sur matre non associée	36	6	14	56
Coups de senne positifs :	48	12	10	70
- sur épave	27	11	0	38
- sur matre non associée	21	1	10	32
Prises sur épave	572	148	0	720
Prises par coup de senne positif sur épave	21,2	13,5	0	18,9
Prises sur matre non associée	348	35	267	650
Prises par coup de senne positif sur matre non associée	16,6	35,0	26,7	20,3
Prise moyenne par coup	14,2	10,8	17,8	14,1
Prise moyenne par coup positif	19,2	15,3	26,7	19,6

Tableau 33

Répartition des coups de senne du "Yves de Kerguelen"
en fonction des tonnages capturés lors de sa prospection
(d'après Marsac et Stéquert, 1983).

	Mousson de nord-est	Inter- mousson	Mousson de sud-ouest	Total
Calée inférieure à 10 tonnes	23	6	1	30
calée de 10 à 30 tonnes	14	4	5	23
Calée de 31 à 60 tonnes	8	2	4	14
Calée supérieure à 60 tonnes	3	-	-	3

. Association épaves-thon : les nombreuses épaves rencontrées ont permis de réduire la proportion de coups nuls toujours élevée sur les mattes non associées. C'est en mousson de nord-est que ces épaves ont été les plus abondantes (48 des 88 épaves repérées durant la campagne); 62% des pêches effectuées de décembre à mars ont été obtenus grâce à ce type d'association. Les aires de concentration étaient localisées de 8°S à 9°S dans la zone seychelloise et autour de 4°S à l'est de 60°E, au niveau du contre-courant équatorial sud. Il s'agissait fréquemment d'amas de bambous ou de billes de bois provenant, en grande partie, des côtes d'Afrique orientale ou de Madagascar. A partir d'avril, les vents et les courants ayant changé, les épaves ont été repoussées vers le nord : elles étaient plus éparpillées et beaucoup moins productives (figure 119).

- Composition en taille des prises : le listao a présenté une distribution de tailles relativement étendue. En décembre-janvier, 2 modes principaux pouvaient être identifiés (45 et 55 cm) laissant la place à un seul mode autour de 48-50 cm en février-mars et en juin. Les plus petits listaos (32 cm) ont été pêchés en février-mars sous les épaves dérivantes. L'albacore était composé de deux groupes principaux: individus de taille variant entre 30 et 80 cm, principalement pêchés sous épaves (décembre-janvier et février-mars) et poissons de grande taille (110 à 155 cm) capturés sur mattes libres, en partie en décembre-janvier et surtout en juin.

A la suite de cette campagne exploratoire dont les résultats étaient jugés très positifs, une pêcherie industrielle se mettait en place. Le développement de cette pêcherie et ses résultats seront examinés au chapitre 6.

5.3.5 Prospections japonaises dans l'océan Indien

Les premières prospections pour développer la pêche à la senne des thonidés tropicaux ont été initiées par la Japan Marine Fishery Resource Research Center (JAMARC) en 1971, lorsque cette organisation fut créée. Elles furent effectuées avec un senneur nouvellement construit de 999 tonnes, le "Nippon Maru" et eurent lieu tout d'abord dans l'Atlantique et le Pacifique Est. Dans l'océan Indien les premières tentatives datent de 1973; les résultats furent cependant très décevants et l'opération fut arrêtée. La JAMARC ne reprit ses essais dans l'océan Indien que plus tard en, 1979, après que le senneur "Wakaba Maru n° 2" de la Compagnie Kyokuyo Ltd eut effectué huit voyages, dans la région située au large de Sumatra, au cours desquels 2137 tonnes de thon furent capturées de mars 1978 à avril 1979 (Watanabe, 1985). Une revue rapide des essais est présentée dans les paragraphes suivants.

5.3.5.1 Première incursion dans l'océan Indien

Trois voyages ont été effectués par le senneur "Hakuryu Maru" dans la mer de Timor et la région nord-ouest de l'Australie de novembre 1973 à mars 1974. En 82 jours, le navire n'a rencontré que quelques rares bancs, 19 au total, dispersés et donc impossible à senner. Deux coups de filet furent tentés pour une prise de 200 kg. Cette campagne, rendue difficile du fait des conditions météorologiques très défavorables, fut un échec et ne donna aucun renseignement sur les possibilités réelles d'exploitation de la région.

5.3.5.2 Prospection réalisée en 1979

De mars à juillet 1979, deux marées ont eu lieu dans l'est de l'océan Indien. Comme il s'agissait de la première opération du "Nippon Maru" dans cet océan, la prospection s'est limitée à la côte occidentale de Sumatra préalablement reconnue par le senneur "Wakaba Maru n° 2" et considérée comme riche en thon (figure 120). Un total de 203 jours a été consacré à sillonner cette zone et 130 tonnes ont été capturées (121 t de listao; 9 t d'albacore) en 15 coups de filet (Watanabe, 1985).

- 1ère marée : De mi-mars à début mai, le senneur a travaillé essentiellement entre 5°N et 3°S , capturant 110 tonnes en 12 coups de filet.

- 2ème marée : Les parties sud de Sumatra et Java sont parcourues de mi-mai à début juillet. Le mauvais temps dû à la mousson, rend les opérations plus délicates si bien que 20,7 tonnes seulement sont capturées en 3 coups de filet. Bien que tous les coups de filet aient été effectués sur des épaves en dérive, les rendements sont très inférieurs à ceux obtenus dans l'ouest du Pacifique à la même époque.

5.3.5.3 Prospection réalisée en 1980

Au cours de quatre marées, totalisant 163 jours de mer, faites pour les trois premières dans la partie ouest de Sumatra, et pour la dernière dans les secteurs du large (figure 121), 554,5 tonnes de thon sont pêchées en 50 coups de filet.

- 1ère marée : de mi-janvier à fin février entre 3°N et 2°S , au large de Sumatra, 363 tonnes sont pêchées en 30 coups de senne. Les bons résultats sont dûs au grand nombre d'épaves rencontrées, et aux conditions météorologiques clémentes qui ont permis de travailler dans de bonnes conditions. Deux essais infructueux sont réalisés sur des mattes libres (Watanabe, 1985).

- 2ème marée : du 2 mars au 4 avril, le "Nippon Maru" poursuit sa prospection dans la même région. Les bancs rencontrés sont plus clairsemés qu'au cours de la marée précédente; 117 tonnes sont capturées en 15 coups de filet.

- 3ème marée : la même zone est couverte du 13 mai au 23 juin, mais dans des conditions climatiques mauvaises; les épaves dérivantes sont alors peu nombreuses et le niveau des captures est relativement bas : 75 tonnes réalisées en 5 coups de filet seulement.

- 4ème marée : du fait de la mise en application de la limite des 200 milles par la République Indonésienne, la prospection est étendue vers le large. De début juillet à mi-août, le "Nippon Maru" passe 42 jours à sillonner l'est de l'océan Indien, dans des conditions de temps difficiles; peu de bancs sont observés et aucun coup de filet n'est tenté.

les prospections faites en 1979 et 1980 ont montré que, en période de mousson de nord-est (janvier et février), pouvaient être trouvés, au large de Sumatra, de nombreux objets flottants susceptibles de concentrer des bancs de thon alors qu'en période d'intermousson ou de mousson de sud-ouest (mars à juillet), les bancs étaient plus clairsemés et les conditions de navigation difficiles.

5.3.5.4 Prospection réalisée d'octobre 1981 à mars 1982

Pendant toute cette période, 3 campagnes ont été menées dans l'est de l'océan Indien à partir de Penang (Malaisie) : la première du 26 octobre au 11 décembre 1981; la seconde, en deux parties, du 21 décembre 1981 au 16 janvier 1982 et du 29 janvier au 9 février 1982; la troisième du 18 février au 16 mars 1982. Les vents ont été assez faibles pendant la majeure partie du temps; au total, pour les 3 campagnes, des vents de force 4-5 ont sévi pendant 24 jours (soit 23% seulement des jours passés en mer).

Les températures de surface ont été stables (comprises entre 28°C et 29°C). Quelques mouvements de masses d'eau ont pu cependant être observés: en octobre-novembre, une masse d'eau plus froide s'étendait vers le nord, le long de 92°E , en repoussant des eaux plus chaudes; plus tard, en février-mars (3ème marée) la présence d'un léger front thermique, aux alentours de 1°S et 94°E , était décelée. La plupart des coups de filet a

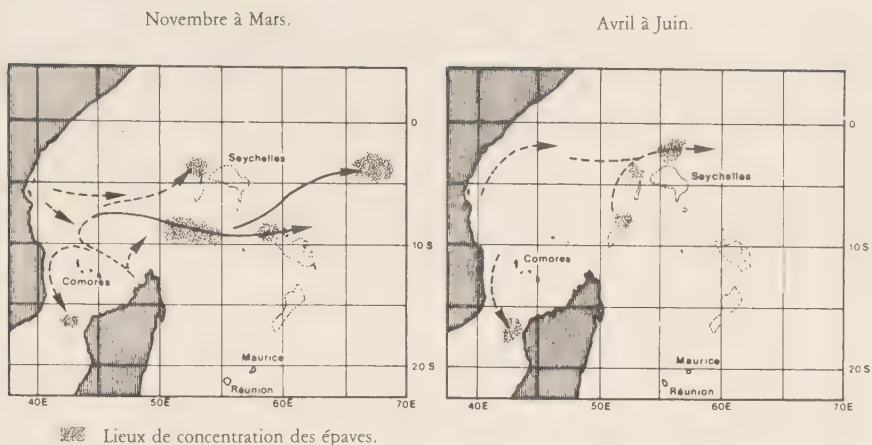


Figure 119. Trajectoires présumées de dérive, selon la saison, des épaves rencontrées lors de la prospection du "Yves de Kerguelen" (d'après Stéquert et Marsac, 1983).

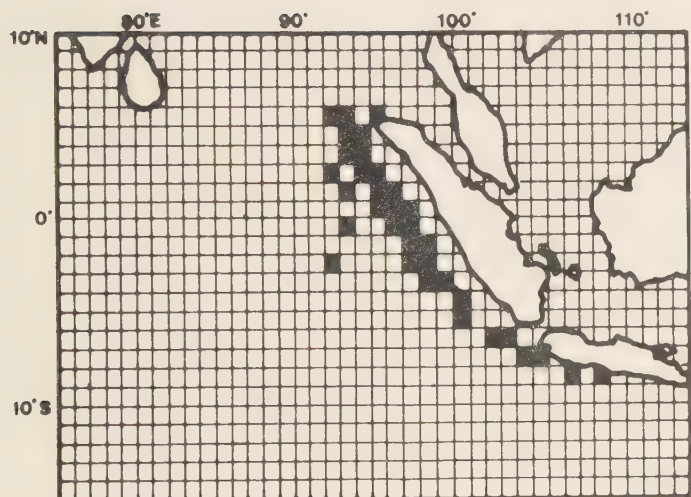


Figure 120. Zone prospectée en 1979 (d'après Watanabe, 1985).

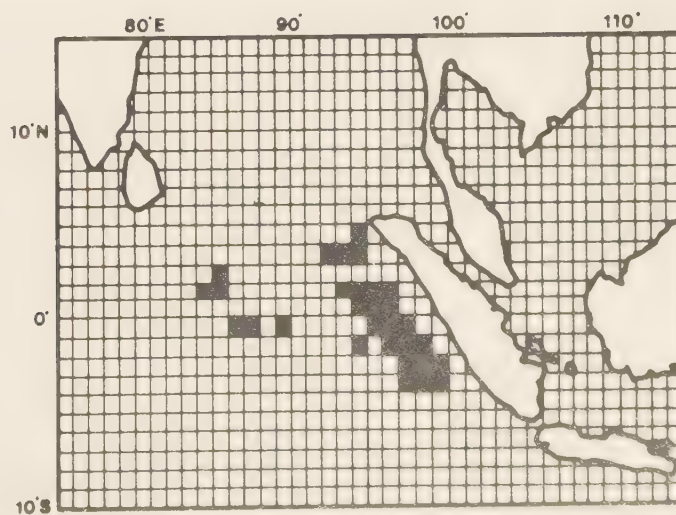


Figure 121. Zone prospectée en 1980 (d'après Watanabe, 1985).

eu lieu sur ces structures thermiques.

Les résultats des pêches sont résumés dans le tableau 34. Les rendements par coup de filet ont varié d'environ 10 à 16,5 tonnes au cours des trois marées. Les captures ont le plus souvent été faites sur épaves, ce qui explique les petites tailles des poissons (tableau 35).

Des essais de pêche sur épaves artificielles ont été tentés. Six payaos de type philippin ont été mouillés sur des fonds de 2 500 à 3 100 mètres. Assez rapidement, certains payaos ont été perdus; cependant, six coups de filet ont pu être réalisés sur trois d'entre eux (tableau 36).

Tableau 34

Captures, efforts et rendements obtenus au cours
des 3 campagnes japonaises de prospection
réalisées dans l'est de l'océan Indien en 1981-1982.

Marées	1	2	3
Nombre de jours de mer	47	39	26
Captures totales (en tonnes)	60	105	280
Nombre de coups de filet	6	11	17
Rendement par coup de filet (en tonnes)	10,0	9,5	16,5
Répartition spécifique des captures (en tonnes) :			
- listao	33	68	191
- albacore	21	23	80
- patudo	0	12	-
- autres	-	-	9

Tableau 35

Tailles des individus capturés au cours des
différentes marées de la prospection japonaise (1981-1982).

Marées		1	2	3
Listao	tailles maximales (cm)	36 - 55	45 - 65	43 - 66
	modes (cm)	39	45	50
Albacore	tailles maximales (cm)	40 - 62	41 - 69	45 - 92
	modes (cm)	55	47	50

Tableau 36

Résultats des opérations de pêche menées sur des payaos
dans l'est de l'océan Indien.

N° du payao	3	5	5	5	2	2
Date de pêche	31/01/82	02/02/82	24/02/82	12/03/82	14/03/82	15/03/82
Temps de séjour en mer des payaos (en jours)	34	94	116	134	135	136
Position du coup de filet	00°16'S 89°40 E	02°19'S 85°36 E	01°17'S 91°48 E	00°18'S 93°23 E	00°52'N 90°12 E	00°56'N 90°22 E
Captures : (en tonnes)						
- totales	3	15	10	50	15	25
- listao	1	12	7	30	12	23
- albacore	2	3	2	19	12	2
- autres	-	-	1	1	1	-

Les conclusions tirées par la JAMARC à la suite de ces prospections se résument comme suit :

- en décembre, vent d'ouest assez fort ne favorisant pas les opérations de pêche,
- de janvier à mars, présence de nombreux oiseaux dans la zone de pêche mais très faibles apparences sous les épaves naturelles dérivantes,
- de fin février à mi-mars, la vitesse de dérive de ces épaves augmente, permettant de bonnes captures les jours de calme,
- le listao semble moins abondant et plus dispersé que dans le Pacifique sud.

5.3.5.5 Prospection réalisée d'octobre 1982 à mars 1983

Du 20 octobre 1982 au 22 mars 1983, le "Nippon Maru" effectue deux nouvelles campagnes de prospection totalisant 118 jours de mer; 560 tonnes de thon sont capturées. Au cours de la première marée (2/11 au 31/12/1982), 58 jours d'observations permettent de repérer 63 bancs de thon, sur lesquels 19 coups de filet sont donnés. 67 bancs sont encore vus durant les 57 jours d'observations de la deuxième marée (9/1 au 6/3/1983) et 28 coups de filet sont effectués (tableau 37 et figure 122). Les bancs observés sont généralement de petites tailles (inférieurs à 10 tonnes). Tous les coups de filet réalisés (47 au total) ont lieu sur épaves. Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux 38 et 39. Quatre payaos ont été mouillés mais ils n'ont assuré que des pêches faibles (20 tonnes) contrairement à ce qui avait été obtenu l'année précédente.

Si l'on compare les rendements moyens par coup de filet obtenus durant cette prospection (12 tonnes) avec les rendements moyens obtenus sous épa-

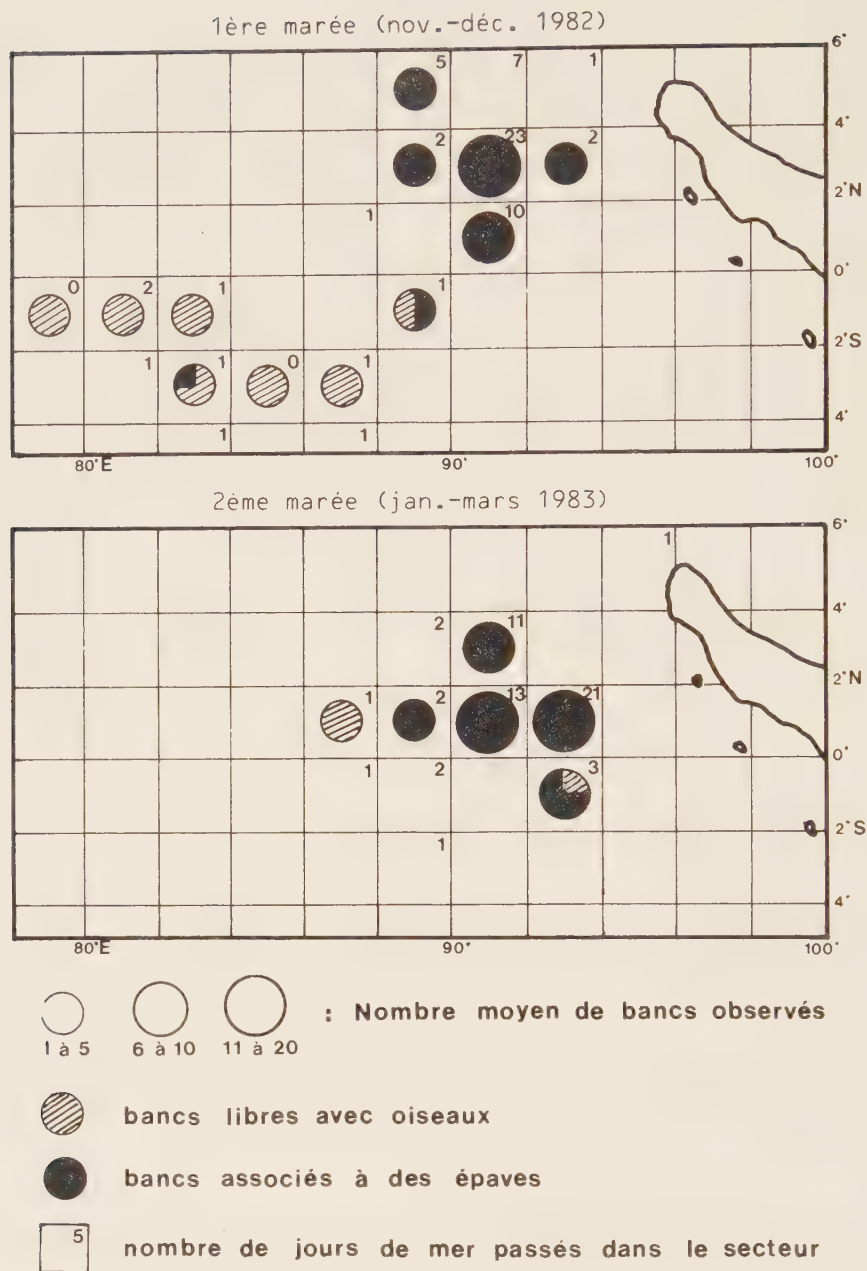


Figure 122. Répartition des observations réalisées au cours des prospections menées en 1982-1983 (d'après Jamar, 1983).

ves dans l'ouest de l'océan Indien, à la même période, par la flottille française (Potier et Marsac, 1984), on remarque qu'ils leur sont d'au moins 1/3 inférieurs; ceci révélerait une différence significative d'abondance entre ces 2 régions de novembre à mars. Toutefois, la proportion des diverses espèces capturées sous épaves est identique d'une région à l'autre. Les listaos pêchés ont présenté des tailles de plus en plus grandes au cours des mois, la plus grande diversité étant observée en février (figure 123).

Tableau 37

Types de bancs observés durant les deux marées du "Nippon Maru", de novembre 1982 à mars 1983 (d'après JAMARC, 1983).

	1ère marée	2ème marée
Bancs libres : - sans oiseaux - avec oiseaux	1 27	- 20
Bancs associés : - à des épaves - à des baleines, requins dauphins, ..etc	32 3	45 2
TOTAL	63	67

Tableau 38

Résultats des prospections menées en 1982-1983 (d'après JAMARC, 1983).

	1ère marée	2ème marée	Total
Nombre de jours de mer	60	58	118
Nombre de coups de filet :			
- positifs	15	23	38
- nuls	4	5	9
- total	19	28	47
Captures totales (en tonnes)	245	315	560
Rendements moyens par coup de filet (en tonnes)	12,9	11,3	11,9
Rendements moyens par jour de mer (en tonnes)	4,1	5,4	4,7

Tableau 39

Répartition spécifique des captures du "Nippon Maru" en 1982-1983.

Espèces	1ère marée		2ème marée		Total	
	(tonnes)	%	(tonnes)	%	(tonnes)	%
Listao	157	64,1	224	71,1	381	68,0
Albacore	70	28,6	76	24,1	146	26,1
Patudo	18	7,3	15	4,8	33	5,9
TOTAL	245	100	315	100	560	100

5.3.5.6 Prospection réalisée d'octobre 1983 à mars 1984

En 128 jours de pêche au cours de trois campagnes, 870 tonnes de thon dont 468 tonnes de listao et 298 tonnes d'albacore ont été capturées en 57 coups de filet. Les résultats sont résumés dans le tableau 40.

Des essais ont lieu dans l'ouest de l'océan Indien, pour la première fois. D'octobre à fin novembre, de nombreuses épaves en dérive sont trouvées à l'ouest des Chagos entre 1°S et 5°S et de 63°E à 68°E. Les prises y atteignent 520 tonnes pour 22 coups de senne. Au cours de la deuxième campagne, cette concentration d'épaves n'est pas retrouvée; les coups de filet sont alors donnés sur des mattes libres et les prises sont faibles: 95 tonnes pour 7 coups de filet.

Tableau 40

Répartition des captures, des efforts et des rendements en fonction des zones de pêche.

Périodes	Océan Indien Ouest		Océan Indien Est			
	1 oct.83 au 22 nov.83	19 déc.83 au 14 jan.84	14 déc.84 au 17 déc.84	16 jan.84 au 10 fév.84	24 fév.84 au 12 mar.84	
Nombre de jours de mer	53	27	4	26	18	
Nombre de coups de filet	22	7	-	16	12	
Captures totales (en tonnes)	520	45	-	185	120	
Rendement moyen (en t/coup de filet)	23,6	6,4	-	11,6	10,0	
Meilleur coup de filet (en tonnes)	70	15	-	25	20	

A l'est des Chagos, un champ d'épaves dérivantes est localisé, à partir de mi-janvier, entre 0° et 3° S et de 77° E à 83° E; les coups de senne permettent de prendre 185 tonnes de thon; les rendements par coup sont inférieurs de moitié à ceux obtenus dans l'ouest. Au large de Sumatra, entre 2° N et 1° S et entre 88° E et 93° E, 120 tonnes sont pêchées. Le nombre d'épaves naturelles en dérive ayant été faible, des épaves dérivantes ont été construites et mises à l'eau; 3 coups de filet ont été donnés et 10 tonnes pêchées. Quatre payaos ancrés dans la même zone que lors des précédentes campagnes (par 90° E) ont été perdus rapidement (en moins de 3 mois) et n'ont pu être testés.

5.3.5.7 Prospection réalisée d'août 1984 à janvier 1985

Le champ d'investigation est, cette fois-ci, limité à la partie ouest de l'océan Indien (figure 124). Trois marées, totalisant 101 jours de mer, ont permis de pêcher 845 tonnes dont 548 tonnes de listao, 174 tonnes de patudo et 109 tonnes d'albacore en 39 coups de filet.

Le mois d'octobre étant apparu très productif lors de la prospection précédente, à l'ouest des Chagos, la JAMARC décidait d'y retourner. Assez peu de bancs et d'épaves y sont trouvés et seuls 6 coups de filet sont effectués sur épaves. (21,6 t/coup, en moyenne). De début octobre à fin décembre, deux nouvelles marées ont encore eu lieu dans ce même secteur; 715 tonnes sont pêchées en 33 coups de senne. Les rendements par coup restent élevés: 24,6 tonnes par coup au cours de la première marée et 20 tonnes pendant la seconde.

Comme pour les années précédentes, des payaos et des épaves artificielles ont été construits: 130 tonnes ont ainsi été capturées autour des 4 payaos ancrés, et 495 tonnes autour des 23 épaves artificielles, 20 jours seulement après leur mise à l'eau (Watanabe, 1985).

Ces prospections japonaises, bien qu'ayant fourni des résultats positifs, dans l'ensemble, n'ont pas été suivies, comme dans le cas des prospections françaises, d'une mise en exploitation permanente des zones de pêche reconnues.

5.3.6 Prospection française dans l'est de l'océan Indien

Afin d'élargir la zone d'action des senneurs français opérant dans le bassin occidental, une campagne de prospection a été menée à l'est des Chagos de juin à août 1984. A cette saison, les forts alizés de sud-est rendent difficiles le travail à la mer dans l'ouest; la découverte d'aires de pêche productives et plus épargnées par la mousson était donc le principal objectif de cette campagne. Cinq navires y ont participé : le "Drennec", le "Kersaint de Coëtnempren" (porte-hélicoptère de 70 mètres de long), l'"Avel Viz", le "Santa-Maria" et l'"Armen" (55m de long).

- Conditions climatiques et hydrologiques :

La première marée est marquée par des conditions météorologiques défavorables : vents souvent très forts, associés à des tornades (pointes à 30-40 noeuds) obligeant les navires à se mettre à la cape. Au sud de 4° S, les vents de sud-est sont dominants; au nord de l'équateur, ils sont orientés de sud-ouest. Sur la bande de transition (0° à 3° S) les directions sont variables avec cependant prépondérance de vents d'ouest. Au cours de la deuxième marée, il n'y a pas d'interruption majeure dans la recherche pour cause de mauvais temps. Les vents dominants arrivent de l'ouest au nord de 2° N puis tournent au sud-ouest à l'équateur et au sud entre 1° S et 3° S. En juillet, au cours de la première marée, une convergence très nette est localisée à l'équateur et une seconde sur 5° S; deux divergences sont décelées par 3° S et par 10° S. Au mois d'août

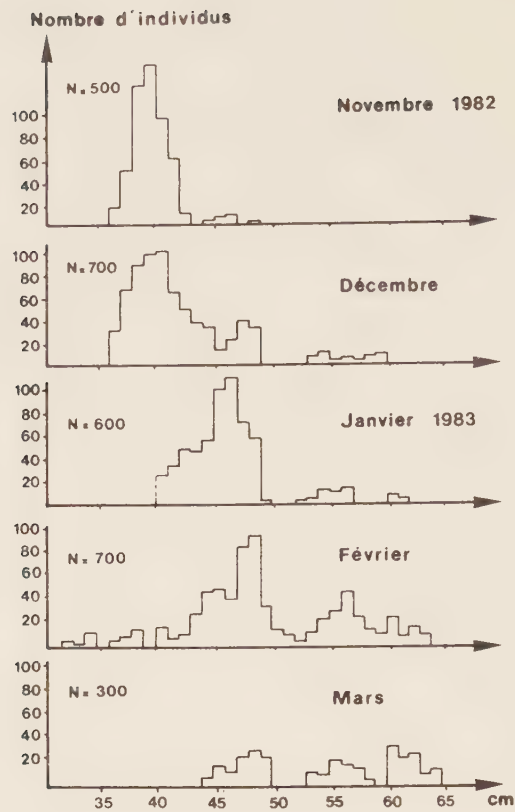


Figure 123. Distribution des fréquences mensuelles de taille des listaos pêchés par le "Nippon Maru", de novembre 1982 à mars 1983, dans l'est de l'océan Indien (d'après Jamaro, 1983).

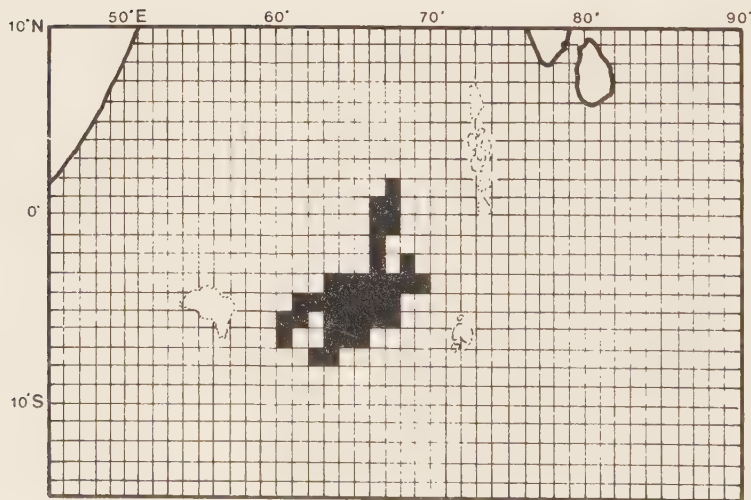


Figure 124. Zone prospectée par le "Nippon Maru" en 1984 (d'après Watanabe, 1985).

(deuxième marée), la convergence équatoriale est beaucoup plus étendue (de 0° à 4° S) et les autres structures ont disparu. Les températures de surface sont comprises entre $28,5^{\circ}\text{C}$ et 29°C sur l'équateur en juillet, et entre 27°C et $27,5^{\circ}\text{C}$ par 7° S. En août, des eaux plus chaudes (supérieures à $28,5^{\circ}\text{C}$) sont trouvées au niveau de la convergence sud-équatoriale.

- **Résultats** : 78 bancs sont observés au cours de la première marée et 30 au cours de la seconde. Les bancs de listao les plus fréquemment observés (63 à 66% des cas) sont de petite taille, éparpillés et constitués d'individus de 1,5 kg à 2 kg; ils se déplacent très rapidement. Les bancs d'albacore constituent une faible part des observations (15 et 14%).

Des champs d'épaves sont trouvés de 2°N à 4°N et de 3°S à 4°S en juillet, de 4°S à 9°S en août. Les épaves sont de natures diverses; mais la prédominance revient aux billes de bois, planches diverses, caisses en bois et bambous (tableau 41). En juillet, planches et billes de bois prédominent. En août, les bambous sont plus fréquents, avec également des billes de bois. Cette différence de nature pourrait traduire une origine différente des épaves : celles repérées de 2°N à 4°N en juillet, compte tenu des courants, pourraient provenir de Sri Lanka ou de l'Inde méridionale; celles d'août, de 4°S à 9°S , pourraient dériver depuis l'Indonésie. Quoiqu'il en soit, le taux de détections nulles sous ces épaves a été très élevé : 45% en juillet, 64% en août (moyenne de 56% pour les deux périodes). Un cachalot crevé n'a permis la capture que de 2 tonnes de thon. La gleure, rare, n'était présente qu'à proximité des épaves. Les observations réalisées au cours des deux marées de prospection sont portées à la figure 125.

Tableau 41

Distribution des types d'épaves rencontrées.

Nature des épaves	1ère marée		2ème marée		Total marées %
	N	%	N	%	
Flotteurs de palangres	2	6	6	15	11
Billes de bois	5	16	10	24	21
Planches, plaques de contreplaqué	12	39	3	7	21
Bambous	2	6	13	31	21
Branches	3	10	8	19	15
Souches	3	10	1	2	5
Filets, aussières	4	13	-	-	1
Cachalot crevé	-	-	1	2	5
Total	31	100	42	100	100
Proportion d'épaves sans détection associée	45%		64%		56%

Les captures ont été très faibles. En juillet, seul un navire a tourné sur une matie libre (albacore) qui se trouvait par 11°S et 75°E , très en dehors de la zone préférentielle de recherche. Les autres calées ont toutes été faites sur des épaves. Du fait de la faible proportion d'épaves avec poisson associé, peu de coups ont été tentés. Pour l'ensemble de la

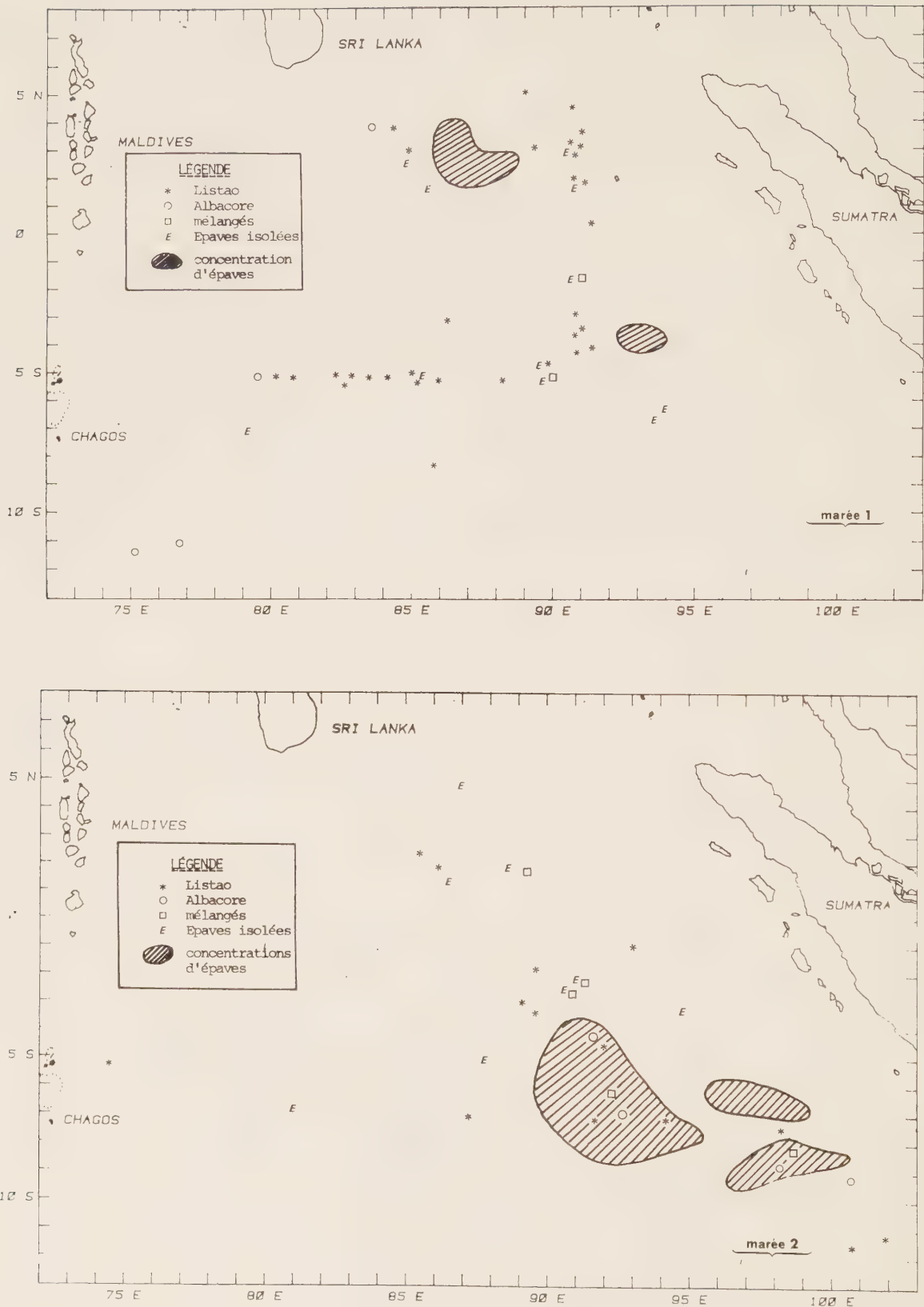


Figure 125. Synthèse des observations biologiques de surface réalisées par les senneurs français en juillet-août 1984, au cours de leurs 2 marées de prospection dans l'est de l'Océan Indien (d'après Marsac et Stéquert, 1984).

flottille les prises atteignent 185 tonnes seulement et les rendements 10,3 tonnes par coup de filet et 1,5 tonnes par jour de pêche. En août, les résultats sont encore plus mauvais : 36 tonnes, essentiellement capturées sur épaves avec des rendements de 7,2 tonnes par coup et de 0,5 tonnes par jour de pêche (tableau 42).

La répartition des captures par espèce a été la suivante :

Juillet :	Août :
39% d'albacore	19% d'albacore
45% de listao	78% de listao
16% de patudo	3% de patudo

La distribution des fréquences de taille des listaos présentait 2 modes bien distincts, l'un à 37 cm, l'autre vers 47 cm (individus d'environ deux ans). On trouve ensuite des petits groupes de poisson autour de 58, 65 et 70 cm (figure 126). L'albacore présentait 3 modes distincts : à 38 cm, 58 cm, et de plus gros individus autour de 110 cm, les poids moyens des poissons dans ces groupes étant respectivement de 1,2 kg, 4 kg et 25 kg. Les patudos étaient tous de petite taille (entre 51 et 65 cm).

Les mauvais résultats de cette campagne ont dissuadé les armateurs français de déployer une partie de leurs navires dans l'est de l'océan Indien. Ces conclusions ne doivent cependant pas être extrapolées à l'ensemble de l'année, les prospections japonaises ayant montré que la meilleure période de pêche se situait plutôt au cours du premier trimestre.

5.4 PROSPECTIONS AERIENNES

Les prospections effectuées au moyen de navires apportent des informations précises, mais ne concernent généralement qu'une petite zone limitée pendant une période donnée. Lorsque le champ à prospecter est très grand, le meilleur moyen d'obtenir rapidement un aperçu global de la ressource est d'utiliser un avion prospectant la surface de la mer à basse altitude.

En ce qui concerne les ressources pélagiques de surface et notamment les thonidés, des prospections aériennes ont été mises en oeuvre au cours des dernières années dans les régions tropicales de l'Atlantique, du Pacifique et de l'océan Indien. Cette méthode de recherche a été développée soit pour prospecter des zones inconnues, soit pour assister des flottilles en activité. Dans le premier cas, les résultats des survols doivent permettre de déterminer, à moindres frais, l'abondance des ressources et estimer la faisabilité de l'exploitation. Dans le second cas, on ne peut plus vraiment parler de prospection, mais plutôt d'assistance aux navires, l'avion identifiant les secteurs où des regroupements de bancs sont accessibles aux engins de pêche, ou au contraire, les zones dépourvues d'activité biologique et qui ne peuvent intéresser les bateaux de pêche.

Des prospections aériennes ont été menées autour de Sri Lanka, en Australie, en Thaïlande et aux Seychelles. Dans les trois premiers pays, elles n'ont eu qu'un caractère ponctuel, alors qu'aux Seychelles elles étaient conduites de façon systématique en association avec un thonier sennear.

5.4.1 Prospections aériennes à Sri Lanka

Du 27 au 29 juillet 1970, un survol aérien des eaux bordant Sri Lanka a été fait par une compagnie privée de pêche au thon. Un observateur scientifique a pu participer à cette prospection (Sivasubramanian, 1971).

Tableau 42

Résultats des captures obtenues au cours des
prospections des senneurs français dans l'est de l'océan Indien

NAVIRE	CAPT. S/EPAVE			CAPT. N/ASSOC.			CAPTURES TOTALES	CAPTURES/COUPS	JOURS DE MER	JOURS DE PECHE	CAPTURES/J. PECHE
	TONNAGE	NOMBRE DE COUPS	TONNES/COUPS	TONNAGE	NOMBRE DE COUPS	TONNES/COUPS					
DRENNAC	72	5	14,4	-	-	-	72	14,4	36	31	2,3
AVEL VIZ	39	5	7,8	-	-	-	39	7,8	38	35	1,1
SANTA MARIA	-	-	-	20	1	20	20	20	32	31	0,6
KERSAINT	54	7	7,7	-	-	-	54	7,7	26	24	2,3
TOTAL DE LA FLOTTILLE	165	17	9,7	20	1	20	185	10,3	132	121	1,5

PREMIERE MAREE

NAVIRE	CAPT. S/EPAVE			CAPT. N/ASSOC.			CAPTURES TOTALES	CAPTURES/COUPS	JOURS DE MER	JOURS DE PECHE	CAPTURES/J. PECHE
	TONNAGE	NOMBRE DE COUPS	TONNES/COUPS	TONNAGE	NOMBRE DE COUPS	TONNES/COUPS					
DRENNAC	-	-	-	-	-	-	-	-	23	23	-
AVEL VIZ	12	1	12	-	-	-	12	12	18	15	0,8
ARMEN	22	3	7,3	-	-	-	22	7,3	18	16	1,4
KERSAINT	2	1	2	-	-	-	2	2	15	15	0,1
TOTAL DE LA FLOTTILLE	36	5	7,2	-	-	-	36	7,2	74	70	0,5

DEUXIEME MAREE

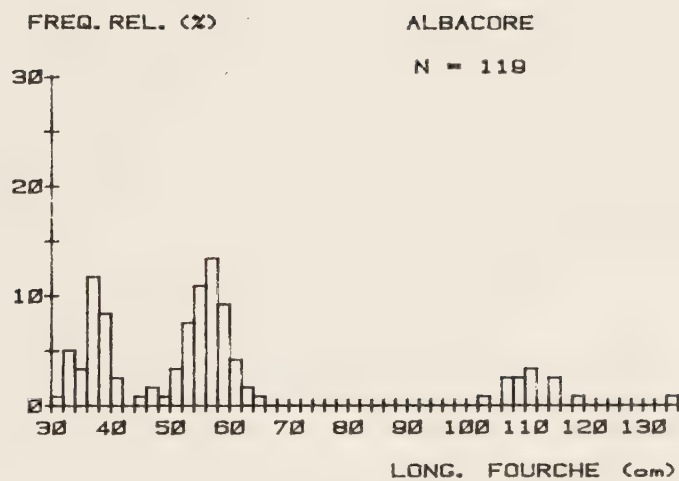
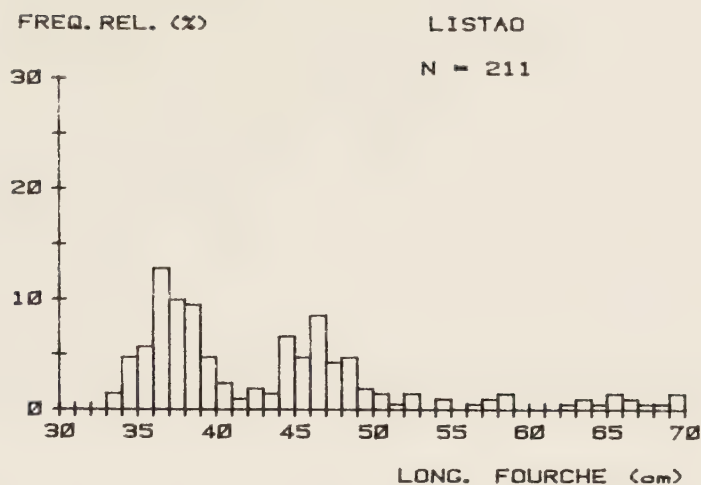


Figure 126. Distribution des fréquences de tailles des thons capturés au cours des prospections effectuées dans l'est de l'océan Indien (d'après Marsac et Stéquert, 1984).

Compte tenu des conditions météorologiques peu favorables à la prospection (vents forts, de plus de 20 noeuds par endroits, faible visibilité), seuls deux secteurs ont pu être réellement prospectés: la côte sud-ouest (au large de Colombo) et la côte est, de Jaffna au nord à Batticaloa au sud. Au cours des 5 vols totalisant 18 heures, seuls 3 vols se sont déroulés dans de bonnes conditions. La prospection s'est limitée au proche large, dans les 60 premiers milles nautiques.

Les résultats ont été décevants. Les observations ont été principalement faites sur la côte est: de part et d'autre de Batticaloa, des bancs actifs de petits thonidés (Auxis thazard) ou de listaos ont été repérés à 30 et 40 milles nautiques du rivage. Les quantités en présence étaient toutefois modestes et peu d'associations thonidés-oiseaux ont été constatées. Au large de Colombo, sur la côte occidentale, seuls 3 petits bancs d'auxides ont été vus. Dans le nord-est de Sri Lanka, alors qu'aucune concentration de poissons ne fut signalée, prédominaient de longues et denses trainées d'organismes planctoniques. Ceci révéleraient une forte productivité primaire dans ce secteur, cependant non accompagnée de concentrations visibles de poissons.

Au cours de ces quelques survols, les prises de petits thonidés réalisées à la ligne traînante par les pêcheurs locaux ont été particulièrement bonnes. Le faible nombre de bancs observés par avion suggère une concentration préférentielle des thons en subsurface, ce qui rend les recherches aériennes inefficaces; le caractère instantané de cette opération ne permet cependant d'apporter aucune conclusion valide.

5.4.2 Prospections aériennes en Australie occidentale

Contrairement à la côte Pacifique, la côte occidentale australienne a été peu prospectée par avion. Au début des années 1970, quelques survols ont eu lieu dans le nord-ouest et quelques bancs de listao ont été repérés; aucun résultat détaillé de ces opérations n'a été publié.

Sur la côte ouest, deux prospections conduites, l'une en 1973-1974, l'autre en 1980, ont eu des résultats peu concluants. Les données collectées au cours de la première étaient incomplètes, les espèces observées n'ayant pu être identifiées. La seconde campagne (Williams, 1984) n'a permis de localiser aucune concentration significative en deux mois de prospection. Ces essais ont conduit à des conclusions négatives quant à la possibilité d'exploiter les thons tropicaux sur une base industrielle dans cette région. Des essais infructueux de pêche à la senne ont confirmé les résultats des vols.

5.4.3 Prospections aériennes en Thaïlande

Les prospections menées en Thaïlande du 20 novembre au 1er décembre 1975 s'intégraient dans le Programme FAO de développement et de coordination des pêches dans la mer de Chine méridionale. L'avion devait aider à localiser des bancs de thon au profit d'un senneur affrété dans le cadre de ce programme.

Sept vols ont été assurés en mer d'Andaman, au sud de 10°N, totalisant 22 heures et 3200 milles nautiques. Les résultats furent totalement négatifs malgré des conditions de visibilité correctes dans l'ensemble (Maynard, 1976). Outre le fait qu'aucun banc de thons n'ait été vu au large, la surface océanique est apparue comme un "désert biologique" (pas d'oiseaux groupés, ni de cétacés, etc..). Cette situation a été constatée aussi bien pendant les survols du matin que pendant ceux du soir. Le senneur a également très peu pêché, confirmant la pauvreté du secteur.

Cependant, comme à Sri Lanka, la brièveté des recherches aériennes, dont les résultats peuvent être faussés en raison des variations saisonnières d'abondance, n'apporte aucun élément définitif.

5.4.4 Prospections aériennes aux Seychelles

En novembre 1981 débute aux Seychelles, un programme d'évaluation des potentialités thonières au moyen de prospections aériennes associées à des mesures de température de surface de la mer par radiométrie infra-rouge. Ce programme est assuré par l'ORSTOM dans le cadre d'un accord de coopération passé entre le Gouvernement des Seychelles et cet Institut de recherche. Les prospections poursuivies jusqu'en octobre 1984 totalisent 350 heures de vol, réparties en deux périodes distinctes, la mousson de nord-est (fin novembre à avril) et l'intermousson faisant suite à la mousson d'hiver austral (octobre). Ces périodes sont choisies pour les conditions climatiques clémentes qui les caractérisent étant donné que ce critère est le principal facteur limitant de l'efficacité des recherches aériennes. Les secteurs couverts concernent principalement la Zone Economique Exclusive (ZEE) Seychelloise, mais quelques vols ont lieu, au sud et à l'est, dans les eaux mauriciennes et les eaux internationales. Au cours de ces opérations, 162 bancs de thons ont été repérés. Une première analyse détaillée portant sur la période allant jusqu'à janvier 1983 a été publiée (Marsac, 1983).

5.4.4.1 Stratification de la zone couverte

Etant donné la variabilité des conditions d'environnement sur la zone et afin d'arriver à une meilleure estimation d'abondance d'une ressource distribuée de façon hétérogène, un échantillonnage stratifié est adopté: il consiste à subdiviser l'ensemble de la région en strates homogènes (Frontier, 1983). Le critère de stratification est basé sur les courants de surface dont le système est contrasté.

Les prospections ont eu lieu pendant deux périodes; période 1 : novembre 1981 à mars 1982 et décembre 1982 à janvier 1983; période 2 : octobre 1982. la région couverte a été subdivisée en 5 strates pendant la période 1, la période 2 n'étant concernée que par une seule strate (figure 127).

5.4.4.2 Evaluation des ressources en thon

L'emploi d'un modèle d'évaluation adapté à la recherche aérienne a permis d'estimer les densités potentielles en bancs de thons. Ces résultats, rassemblés au tableau 43, font apparaître, pour la première période, que les strates traversées par le contre-courant équatorial (strates 1, 3 et 5) présentent des densités supérieures à celles traversées par les deux courants portant à l'ouest (courant nord-équatorial et courant sud-équatorial). Pour la 2ème période, la seule strate retenue comporte de fortes densités.

Sur l'ensemble des secteurs couverts, une première estimation de la biomasse en thon vulnérable aux engins de surface a pu être faite (figure 128):

- strate 1: les secteurs de forte abondance sont situés sur le pourtour du plateau de Mahé, dont les accores ouest, sud et sud-est constituaient les aires de pêche productives des canneurs espagnols, ainsi que sur les parties ouest et sud des hauts-fonds des Amirantes. Au cours des périodes 1 et 2, on constate une permanence de carrés de 1° de côté à forte biomasse à l'ouest et au sud du banc des Seychelles. Par contre, le secteur des Amirantes est vide en octobre, alors que les petits fonds du plateau de Mahé voient augmenter leur potentiel en thon.

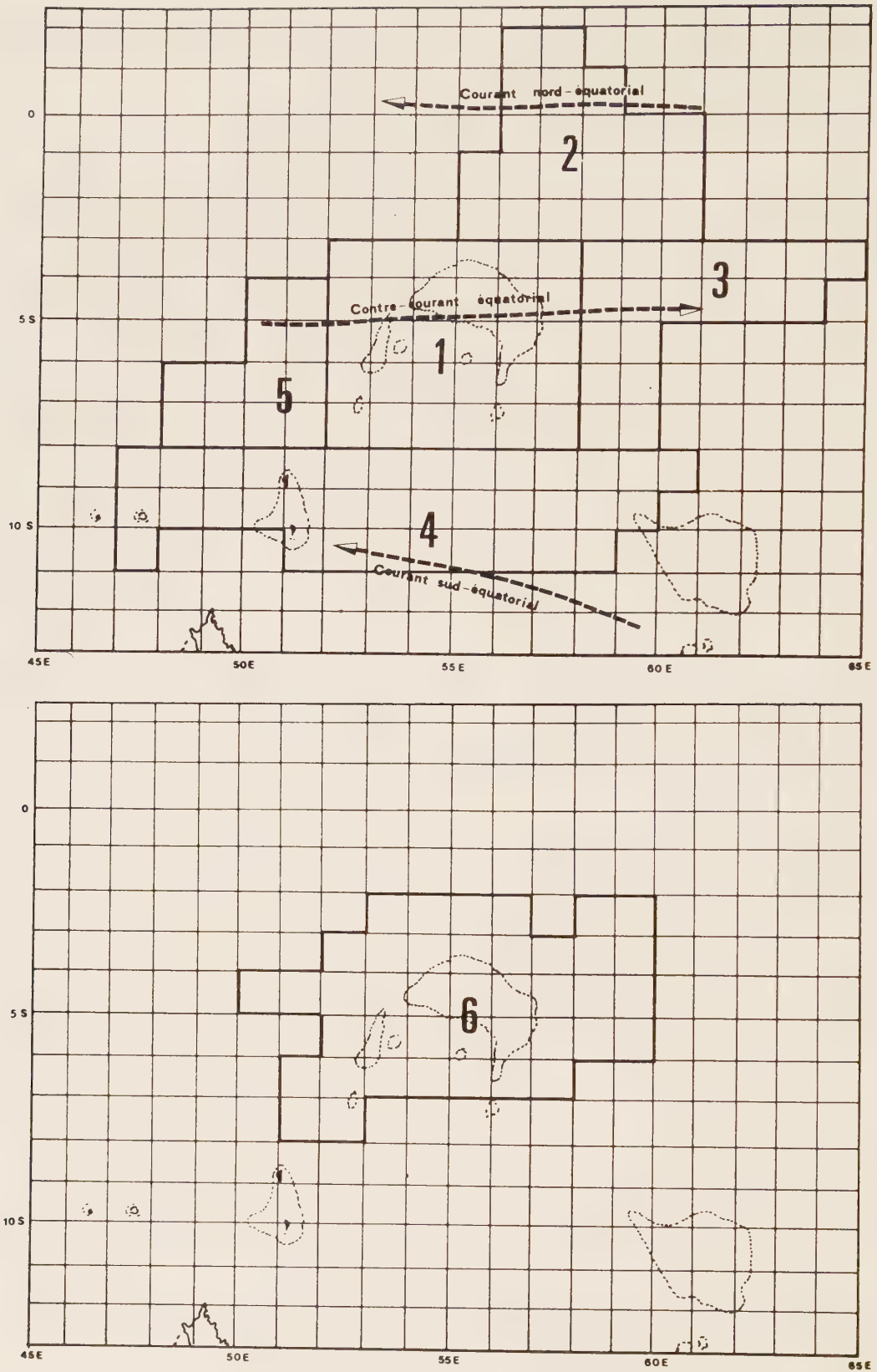


Figure 127. Stratification de la zone prospectée de novembre 1981 à mars 1982 et de décembre 1982 à janvier 1983 (première figure), et de la zone prospectée en octobre 1982 (deuxième figure) (d'après Marsac, 1983).

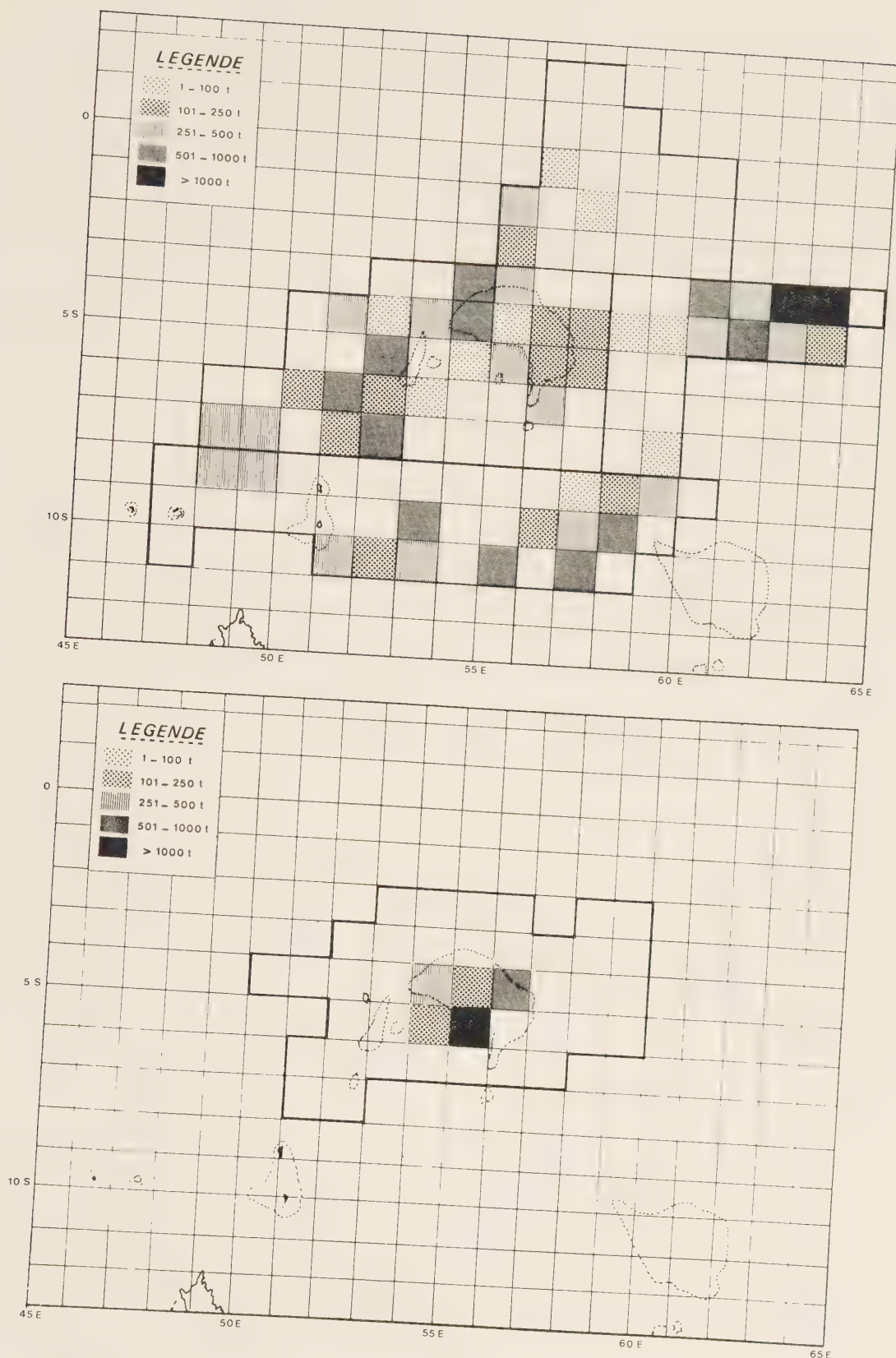


Figure 128. Potentiel moyen exploitable en thon (tonnes): première figure: de décembre 1981 à mars 1982 et de décembre 1982 à janvier 1983; deuxième figure: en octobre 1982 (d'après Marsac, 1983).

convergence, au nord des Seychelles. L'effet diluant du grand volume écologique (thermocline profonde) est compensé par l'accumulation de proies par les courants.

- strate 3: la zone productive (3°S à 5°S) se limite à la partie du contre-courant où la thermocline, au moment de la prospection, était la moins profonde (30 m en moyenne). Les carrés les plus riches (3°S à 4°S) se situent dans la partie à gradient de thermocline très marqué ($> 4^{\circ}\text{C}$ par 10 m de profondeur); ceux à biomasse moindre (4°S à 5°S), correspondent à une thermocline à gradient plus faible, variant de $1,5^{\circ}\text{C}$ à 4°C par 10 m.

- La zone comprise entre 8°S - 10°S de la strate 4 correspond à un axe de dérive des débris flottants auxquels s'associent des concentrations de thonidés.

- La strate 5 n'a pas présenté de biomasse élevée.

Tableau 43

Surface échantillonnée, nombre corrigé de bancs et densité potentielle en bancs de thon par strate (Marsac, 1983).

Strates	Surface échantillonnée (en milles carrés)	Nombre corrigé de bancs	Densité potentielle ₂ par 1000 km ²	Configuration hydrologique
<u>Période 1</u>				
Strate 5	3814	13	0,96	C.C.E*
Strate 1	27773	101	1,06	
Strate 3	12330	68	1,61	
.....				
Strate 2	2950	6	0,59	C.N.E*
.....				
Strate 4	10072	22	0,63	C.S.E* (divergence)
<u>Période 2</u>				
Strate 1	2861	15	1,49	C.S.E*

(*) C.C.E : Contre-courant équatorial,
C.S.E : Courant sud-équatorial,
C.N.E : Courant nord-équatorial.

Les premières conclusions se dégageant de cette étude préliminaire montrent que la radiométrie aérienne, en saison chaude, dans cette région, ne peut que fournir une information grossière sur les zones propices au thon, information qu'il est nécessaire d'affiner au moyen de mesures in situ effectuées par les navires. La recherche visuelle quant à elle, permet de faire un dénombrement des bancs et de rechercher empiriquement les concentrations; elle s'avère efficace pour estimer le potentiel exploitable par les pêcheries de surface.

6. PECHEES INDUSTRIELLES DE SURFACE

La pêche industrielle de surface dans l'océan Indien est pratiquée au moyen de 3 types d'engins: la canne à l'appât vivant, la senne, et le filet maillant.

L'exploitation par les canneurs a été entreprise à la suite des bons résultats obtenus au cours de la prospection de la Kaigai Gyogyo à Madagascar. Une société mixte, la COMANIP était créée en 1973 et commençait à exploiter les stocks reconnus précédemment. Cette exploitation a été conduite dans de bonnes conditions jusqu'en mars 1975, date à laquelle des difficultés d'ordre divers, mais non liées à la ressource, ont eu pour effet de provoquer un arrêt complet de la pêche. Une tentative d'exploitation eut lieu aussi aux Seychelles mais sans succès. La seule pêcherie industrielle à la canne qui demeure est celle du thon rouge, active dans le sud-ouest de l'Australie.

L'exploitation par les senneurs est plus récente et limitée au bassin occidental de l'océan. A la suite des essais de pêche prometteurs du senneur mauricien "Lady Sushill", en 1980, et après ceux des senneurs français "Ile de Sein" et "Yves de Kerguelen", de fin 1980 à juin 1982, on a assisté à un développement rapide de cette technique de pêche dans les eaux seychelloises tout d'abord, puis dans des secteurs de plus en plus étendus au fur et à mesure de l'accroissement des flottes. Le principe de cette technique de pêche et les résultats obtenus seront largement présentés.

La pêche industrielle au filet maillant est également très récente; elle a été développée au nord de l'Australie, en mer d'Arafura, où des navires formosans capturent requins et thons mignons.

6.1 LA PECHE A LA CANNE

6.1.1 A Madagascar

6.1.1.1 La flottille

Elle comprenait, dès 1973, neuf canneurs sensiblement identiques, de 37 à 40 m ht et de 192 à 214 tjb. Les équipages étaient composés de 30 à 35 hommes, ce qui donnait une moyenne de 25 à 30 cannes opérationnelles. Les navires étaient tous des glaciers ayant une capacité de transport sous glace de 85 m³ et possédaient de 70 à 90 m³ de viviers. Tous ces canneurs travaillaient à partir d'un navire-mère (ancien palangrier de 70 m environ) mouillé en rade d'Hellville (Nossi-Bé) et utilisé pour la congélation des captures et leur stockage.

6.1.1.2 Captures et rendements

Les captures totales ont atteint 3776 tonnes de thon en 1973; le listao a représenté avec 3299 tonnes, 87% des débarquements. En 1974, la production a été de 11 183 tonnes avec 80% de listao, 17% d'albacore et 3% de patudo. L'évolution mensuelle des captures et de la production des différentes espèces est présentée dans le tableau 44.

Tableau 44

Evolution mensuelle des captures, des efforts et des rendements réalisés par les canneurs de la COMANIP au cours de leur exploitation, de mai 1973 à février 1975 (d'après Stéquert et al., 1975).

Année	Mois	Captures (en tonnes)			Nombre de jours de pêche	Prise par jour de pêche et par bateau
		Listao	Albacore + patudo	Totales		
1973	mai	238	10	248	42	5,90
	juin	720	32	752	106	7,09
	juillet	340	14	354	120	2,95
	août	200	44	244	129	1,89
	septembre	368	91	459	149	3,08
	octobre	341	67	408	158	2,58
	novembre	519	104	623	172	3,62
	décembre	573	115	688	161	4,27
	Total 1973	3299	477	3776	1037	3,64
1974	janvier	572	103	675	167	4,04
	février	577	72	649	121	5,36
	mars	481	109	590	155	3,81
	avril	485	128	613	134	4,57
	mai	1042	212	1254	182	6,89
	juin	866	207	1073	192	5,59
	juillet	677	238	915	198	4,62
	août	629	109	738	120	6,15
	septembre	805	220	1025	164	6,25
	octobre	1073	258	1331	164	8,12
	novembre	953	274	1227	117	10,49
	décembre	796	297	1093	151	7,24
	Total 1974	8956	2227	11183	1865	6,00
1975	janvier	585	210	795	140	5,68
	février	476	307	783	108	7,25

Les listaos pêchés ont généralement de 45 à 55 cm de longueur, ce qui correspond à un poids de 2 à 3,6 kg. Les albacores et les patudos sont presque toujours des individus très jeunes, de 50 à 65 cm (3 à 5 kg); pour ces trois espèces, les juvéniles sont capturés d'août à octobre, période où se situe donc le recrutement principal.

Le nombre de jours de pêche est à peu près équivalent au nombre de jours de mer étant donné la faible distance entre les zones de pêche et le port où était basée la flottille. Les rendements ont varié de 3 à 8 t/jour de pêche suivant les mois considérés; ceux-ci semblent accuser un assez net fléchissement de juillet à octobre, pendant la saison fraîche, en 1972 et en 1973. En 1974, on retrouve une évolution similaire. Cette baisse de rendement est due, semble-t-il, à une moins bonne réponse du thon à l'appât plutôt qu'à une diminution du nombre de mattes rencontrées (figure 129). Si l'on suit l'évolution des rendements en 1973, on note deux maxima: l'un

en mai-juin, l'autre en novembre-décembre; ils se retrouvent également en 1974. Dans la mesure où deux années d'observations permettent de conclure, il semble que les rendements les plus élevés sont obtenus pendant les mois d'inter-saison et les plus faibles pendant l'hiver austral (Stéquert et al., 1975).

6.1.1.3 Zones de pêche du thon

En 1973 et 1974, 90% des captures ont été effectuées aux abords immédiats de la côte nord-ouest malgache. Des pêches ont eu lieu aussi plus au sud, entre Majunga et le cap Sant-André (figure 130).

Le regroupement de la pêche du thon entre 12°S et 14°S et entre 46°E et 49°E de juin à septembre s'explique par la protection que la côte malgache offre en période d'alizés. L'extension de la zone de pêche vers les Comores et les îles du groupe Aldabra et Providence s'effectue essentiellement pendant l'été austral puisqu'en hiver, les conditions de mer sont difficiles dans cette zone non abritée.

6.1.1.4 L'appât vivant

Une dizaine d'espèces, présentes en plus ou moins grande quantité sur la côte nord-ouest du pays et plus particulièrement dans la région de Nossi-Bé, ont été utilisées couramment ou occasionnellement comme appât vivant; ce sont par ordre d'importance décroissant : Sardinella jussieu (sardinelle plate), Stolephorus indicus et S. heterolobus (anchois), Ambligaster sirm (sardinelle ronde), Rastrelliger kanagurta (maquereau), et Selar crumenophthalmus (chinchard).

En 1973, 510 nuits de pêche ont permis la capture de 254 tonnes d'appât, soit un rendement moyen de 498 kg par nuit. En 1974, le rendement moyen est resté le même: 465 kg par nuit pour 1189 nuits de pêche. Les rendements mensuels moyens sont assez constants puisqu'ils oscillent entre 400 et 570 kg/nuit (figure 131). Le pourcentage des nuits où l'appât n'a pu être pêché est faible: 6% en 1973 et 7% en 1974. 70% environ des captures sont constituées de sardinelles plates dont les tailles moyennes varient de 4 à 9 cm en novembre, décembre et janvier, à 10-15 cm en juillet, août et septembre. Les anchois paraissent être plus abondants de décembre à février et d'août à octobre (Stéquert et al., 1975).

L'essentiel des captures d'appât est effectué dans la zone proche de Nossi-Bé (78% des prises en 1974). Il existe cependant de nombreuses autres baies sur la côte nord-ouest malgache où des essais ont été effectués avec succès; dans les zones des îles Radama, des îles Mitsio, de Nossi-Lava et près du cap Saint-Sébastien.

6.1.1.5 Réponse du thon à l'appât

Les variations mensuelles de la quantité moyenne de thon capturée par kg d'appât sont indiquées à la figure 132. On remarque que la quantité de thon pêchée avec 1 kg d'appât est maximale en mai et novembre et minimale de juillet à octobre. Les deux maxima correspondent aux inter-saisons et le minimum à la saison fraîche (hiver austral). Si l'on compare ces résultats avec l'évolution des rendements de la pêche au thon, on constate une parfaite coïncidence des cycles. Il semblerait donc, à priori, que les variations de rendements observées au cours d'une année soient dues essentiellement à une plus ou moins bonne réponse du thon à l'appât vivant suivant la saison plutôt qu'à une fluctuation de l'abondance des thons (Stéquert et al., 1975).

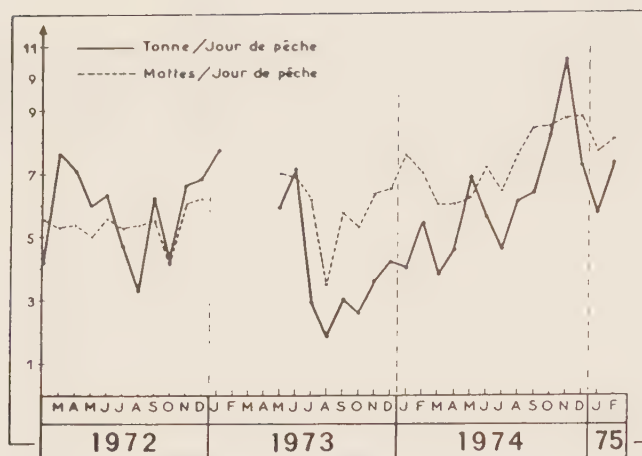


Figure 129. Evolution des rendements en tonnes et du nombre moyen de mattes appâtées par jour de pêche (d'après Stéquert et al., 1976).

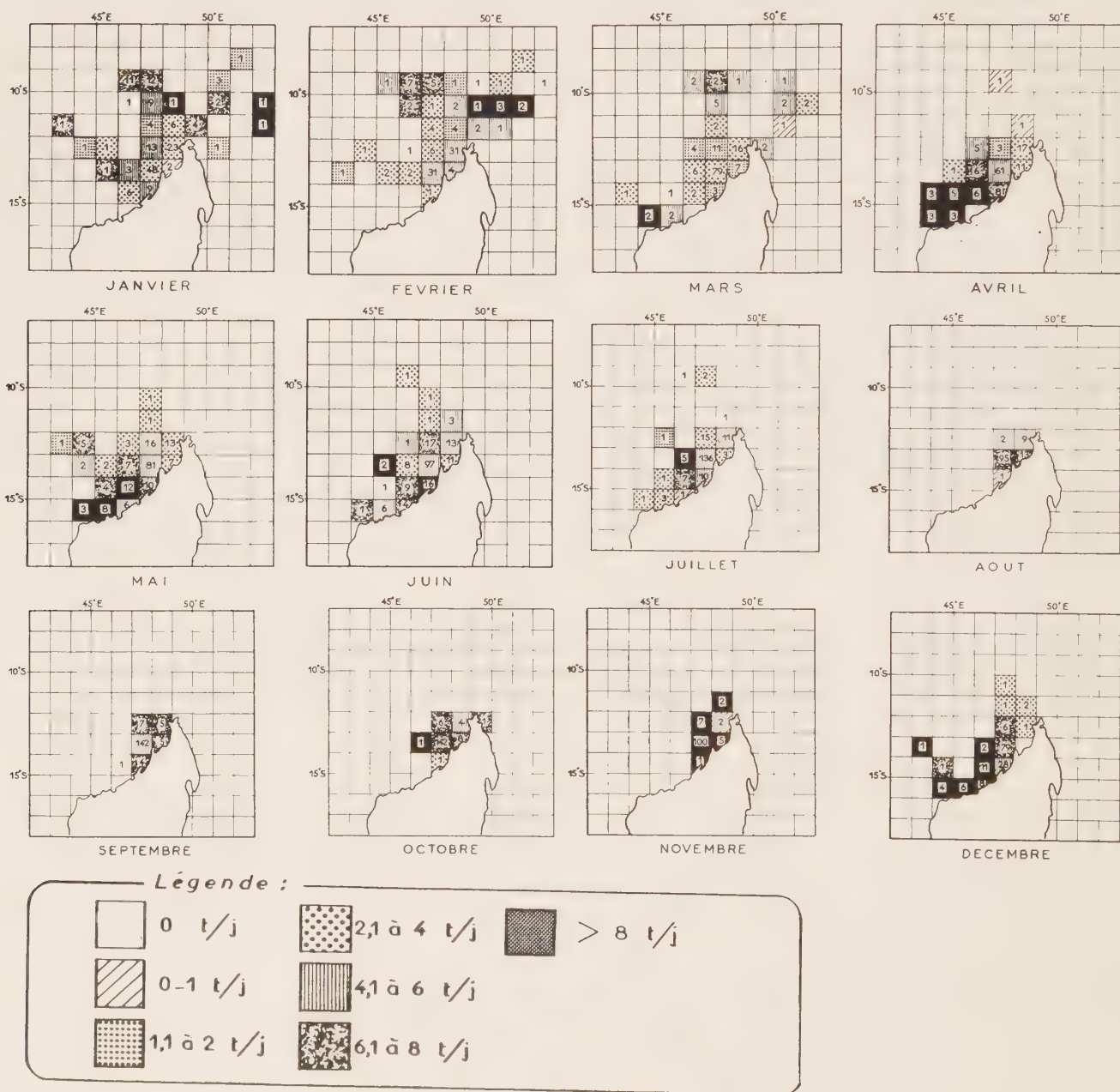


Figure 130. Zones de pêche et rendements (t/j de pêche) des canneurs de la COMANIP en 1974 (d'après Stéquert et al., 1976).

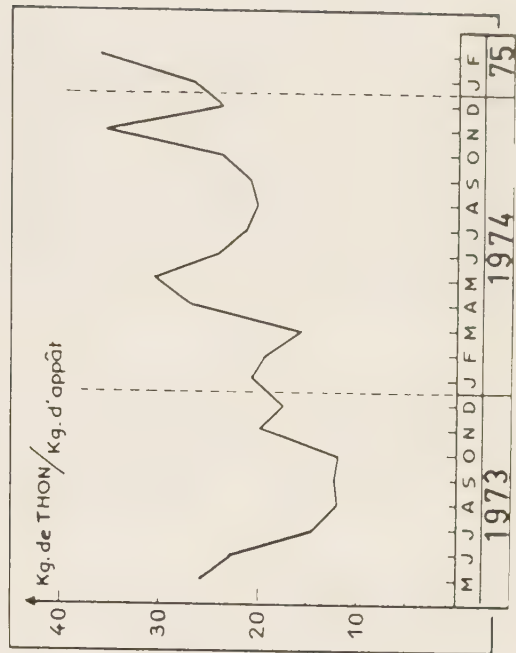
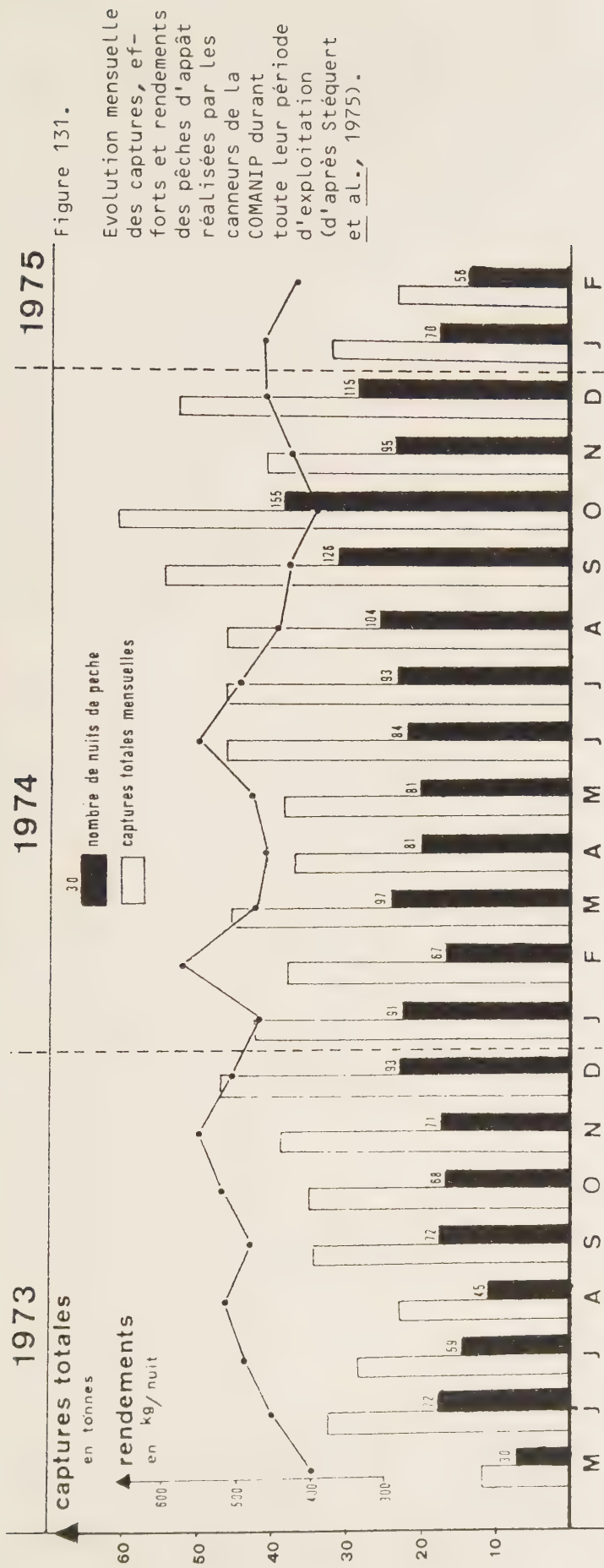


Figure 132. Variations mensuelles de la quantité de thon pêchée par kg d'appât (d'après Stéquert et al., 1975).

6.1.2 Aux Seychelles

Les 4 canneurs seychellois de la société SOGET/SNAFIC ont mis à terre environ 400 tonnes de thon (56% d'albacore et 44% de listao) entre janvier 1980 et janvier 1981 (tableau 45), ce qui constitue un échec flagrant par rapport aux prévisions d'exploitation qui étaient, à l'origine du projet, de 1 000 tonnes par bateau et par an. Ils ont travaillé essentiellement aux accores des plateaux des Seychelles et des Amirantes. Les mauvais résultats étaient déjà pressentis dès le mois de mars 1980, alors que deux navires seulement étaient en exploitation. Les principales causes de cet échec ont été:

- l'inadéquation des thoniers (type japonais transformé), présentant une plate-forme de pêche trop élevée, de ce fait peu adaptée à hisser à bord les gros albacores (environ 40 kg) trouvés en abondance, et une mauvaise conception des viviers à appât;

- le manque de souplesse dans la structure de l'armement;

- Les gros problèmes rencontrés pour pêcher de l'appât en quantité suffisante; lors de l'étude du projet, cet aspect fondamental n'avait à aucun moment été examiné en profondeur.

Tableau 45

Résultats obtenus par les canneurs seychellois
au cours de leur année d'exploitation,
de janvier 1980 à janvier 1981
(d'après Marsac et Stéquert, 1984).

Bateaux	Présence aux Seychelles (jours)	Au port		Jours de mer			Captures (en t)	Rendements (t/j de pêche)
		Jours	%	Thon	Appât			
					Jours	%		
Aldabra	306*	134*	44	88*	84	49	95	1,1
Assomption	366	101	28	161	104	39	192	1,2
Alphonse	245	135	55	89	21	19	56	0,6
Astove	245	173	71	35	37	51	27	0,8
Flottille	1 162*	543*	47	373*	246	45**	370	1,0

(*) Il manque le nombre de jours de mer pour les mois de janvier et février 1980.

(**) Le pourcentage moyen du temps d'appât pour Aldabra + Assomption tombe à 36% pour le deuxième semestre et à 29% pour le dernier trimestre de 1980.

6.1.3 En Australie

La principale espèce-cible des canneurs australiens est le thon rouge. Des prises accessoires de germon, de listao ou de patudo sont aussi effectuées. Les principales aires de pêche sont localisées sur le plateau continental mais elles peuvent s'étendre également à l'ensemble de la zone économique, en particulier au sud-ouest du continent australien. L'exploitation résulte d'une combinaison entre pêche à la canne avec appât vivant (sardines ou chinchards) et pêche à la senne. Les bancs de thons sont généralement repérés par avion. Les canneurs appâtent les bancs,

commencent à les pêcher et les senneurs larguent leur filet autour des canneurs. Les prises sont partagées entre les navires. Dans certains cas les canneurs opèrent isolément après avoir détecté les bancs au moyen de lignes de traîne. Les prises annuelles voisines de 10 000 tonnes avant 1980, ont doublé en 1981-1982 à la suite d'un large accroissement de l'effort de pêche et de l'introduction de la senne.

Pour se prévenir d'un déclin massif du stock parental consécutif aux prises accrues de très jeunes thons rouges, des mesures conservatoires ont été adoptées: quotas, diminution du nombre de senneurs et fermeture à ces navires des zones de pêche côtières. La production de la saison 1983-1984 a ainsi été ramenée autour de 15 000 tonnes.

6.2 LA PECHE A LA SENNE

Plus de 100 000 tonnes par an sont désormais capturées au moyen de cette technique par des flottilles française, ivoirienne, espagnole et mauricienne.

6.2.1 Technique de pêche

L'activité de pêche d'un thonier senneur peut être schématisée en deux parties: tout d'abord, la recherche des bancs de thons, puis le coup de filet (calée) qui tentera d'assurer la capture du banc traqué.

La phase de recherche (veille) est une activité qui peut occuper l'équipage plus de 12 heures par jour, du lever au coucher du soleil. Les veilleurs tentent de localiser à la surface de la mer tout indice signalant la présence de thons, en s'aidant de jumelles puissantes installées devant la passerelle ou au sommet du mât de veille, le nid de pie, qui culmine à près de 15 mètres au-dessus de la mer. Les vols d'oiseaux constituent les indicateurs les plus fiables; ils peuvent être observés à plusieurs milles nautiques de distance. D'autres indices sont aussi recherchés: les épaves dérivantes (troncs d'arbres, amas de bambous, planches de bois, etc...), les "lignes de marée", et les baleines ou les requins-baleines. Dans certains cas, un hélicoptère basé sur le navire complète la veille en effectuant des vols de prospection dans un rayon de 20 milles nautiques autour du senneur. Enfin, en appui à la flottille, un avion à bord duquel embarquent des observateurs, permet d'assurer des recherches à la périphérie des zones d'action des senneurs (chapitre 5).

Lorsqu'un banc est repéré, le patron estime sa vulnérabilité en tenant compte du comportement du poisson (mobilité, persistance d'une activité de surface) et de la taille de la concentration sous la surface grâce au sondeur ou au sonar. Si les conditions sont favorables, le senneur s'en approche; débute alors l'opération de "sennage" qui consiste à encercler le banc avec le filet. Un skiff est mis à l'eau afin de maintenir une extrémité de la senne pendant que le senneur laisse partir le reste du filet pour encercler le banc, à une vitesse d'environ 13-14 noeuds. C'est une phase délicate: le patron doit tenir compte du sens de déplacement du banc, du vent, et éventuellement du courant pour réussir à contenir les poissons dans l'enceinte de la senne. Le filet est ensuite fermé au moyen d'une coulisse et ramené à bord jusqu'à ce que l'ensemble de la prise soit concentré dans une poche réduite, sur le côté du senneur. Les thons sont récupérés au moyen d'une salabarde avant d'être acheminés vers les cuves pour y être congelés à -17°C . Ces diverses opérations sont représentées sur la figure 133.

Points particuliers: quelques variantes existent au niveau du gréement, entre les flottilles française, ivoirienne et espagnole:

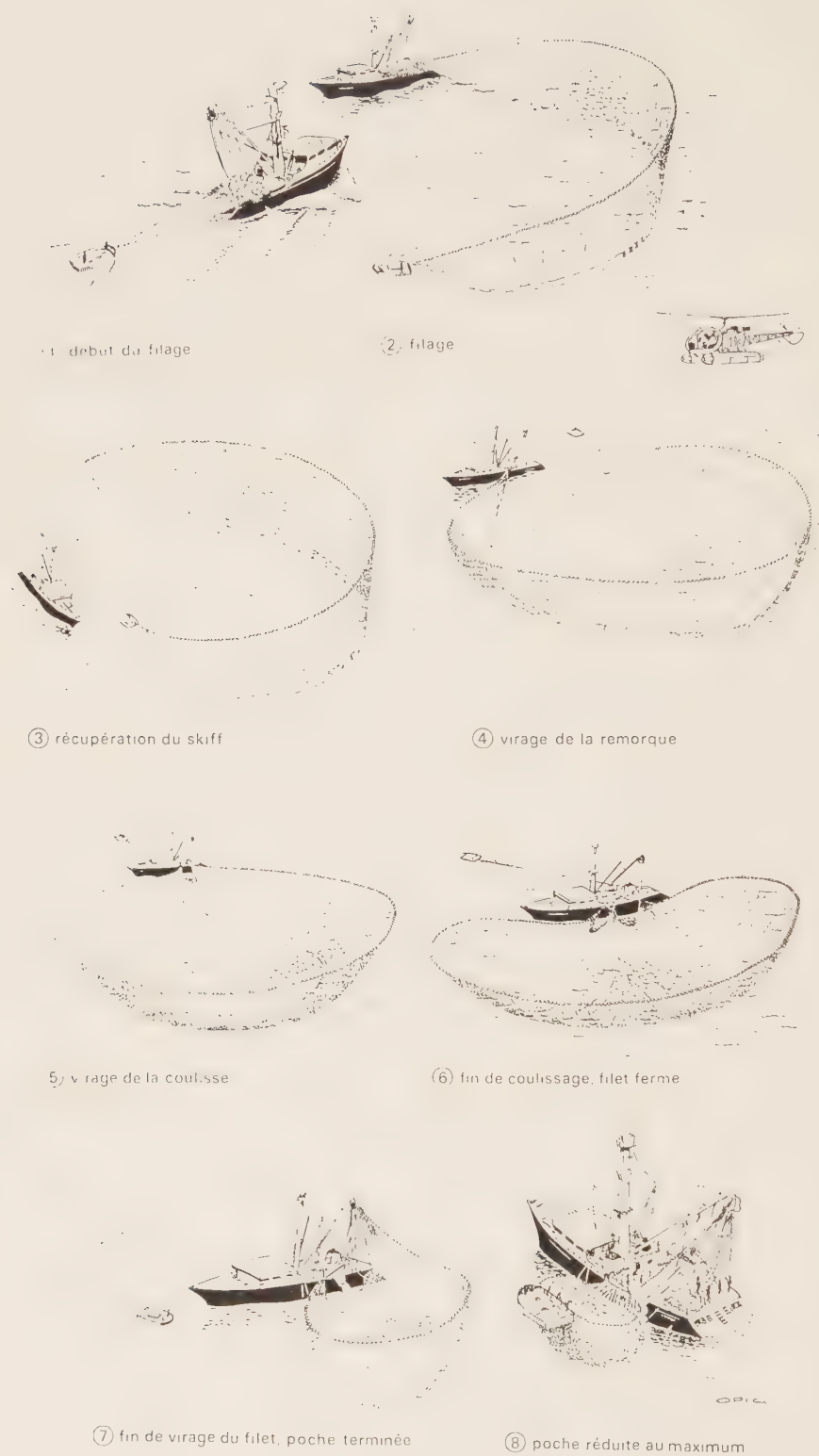


Figure 133. Les différentes phases d'une opération de pêche à la senne (d'après Stéquert et Marsac, 1983).

- La ralingue inférieure de la senne est constituée d'une série d'anneaux dans laquelle un câble, la coulisse, est engagé. Traditionnellement, sur les navires français et ivoiriens, ces anneaux sont fermés. Pour le dégagement de la coulisse, après avoir fermé le fond de la senne, il est nécessaire d'utiliser une pièce métallique, le canon, sur laquelle sont enfilés ces anneaux. Cette manoeuvre est supprimée sur les senneurs espagnols équipés d'anneaux ouvrants assurant un dégagement rapide de la coulisse. Les navires français ont désormais adopté le gréement espagnol.

- Le salabardage, sur les senneurs espagnols, diffère également par le fait que le skiff n'est plus utilisé pour cette opération; le filet est maintenu écarté du senneur par un mât de charge débordé vers l'extérieur et la salabarde est manoeuvrée depuis le navire et non depuis le skiff. La salabarde utilisée est plus grande et permet de collecter jusqu'à 6 tonnes de thon par coup contre 2 à 3 tonnes sur les navires français.

Ces quelques différences assurent aux thoniers espagnols de meilleurs performances dans la réalisation des coups de filet. Leur aptitude à exploiter au mieux une concentration s'en trouve, par là-même, augmentée. En 1981, Fonteneau et al. (1983) ont pu estimer que les thoniers espagnols n'avaient consacré que 13% de leur temps de pêche total à réaliser des coups de filet, contre 18% pour les senneurs français et ivoiriens, pour des rendements de pêche équivalents. Enfin, sur le plan de la stratégie de recherche, les hélicoptères ont depuis peu été supprimés sur les navires français et ivoiriens; les espagnols les ont conservés.

6.2.2 Les flottilles

La première tentative de pêche à la senne dans l'océan Indien sur une base industrielle a été faite par l'île Maurice, en décembre 1979, au moyen d'un senneur, le "Lady Sushill". Ce navire, de type japonais, appartient à la "Mauritius Fishing and Canning Enterprises"; il mesure 56 mètres de longueur, pour 535 tjb et peut transporter jusqu'à 420 tonnes de thon congelé. ce senneur constitue la seule unité de pêche thonière industrielle mauricienne.

la première exploitation française sur une base commerciale a débuté en novembre 1982 avec l'arrivée de 4 senneurs dans les eaux seychelloises, en provenance de l'Atlantique. Il s'agissait du "Yves de Kerguelen et du "Trévignon II" (senneurs de 69 mètres, 1146 tjb, 800 tonnes de capacité en cale), du "Gevred" (51 mètres, 603 tjb, 400 tonnes de capacité en cale) et du "Président Lacour" (48 mètres, 480 tjb, 350 tonnes de capacité en cale). Jusqu'en octobre 1983, cet effectif a peu varié: en août le "Président Lacour" quittait l'océan Indien et se trouvait remplacé par l'"Ile Tristan", puis arrivait un sixième senneur, le "Santa-Maria" (55 mètres, 780 tjb, 450 tonnes de capacité en cale). En fin d'année, les effectifs s'accroissaient rapidement et les premiers senneurs ivoiriens entraient dans la zone. L'effectif de la flottille franco-ivoirienne passait de 12 unités (10 françaises, 2 ivoiriennes) en novembre 1983 à 32 unités (26 françaises, 6 ivoiriennes) en décembre 1984.

La pêche par les senneurs espagnols (auxquels on assimilera 2 senneurs sous pavillons de complaisance du Panama et des îles Caïman) a débuté en février 1984. En décembre l'effectif de cette flottille était de 16 unités. L'année 1984 a donc vu un mouvement massif de senneurs quittant les zones de pêche de l'Atlantique pour gagner l'océan Indien. Trois catégories de taille composent ces flottilles. Nous les caractériseront selon le classement en vigueur à l'ICCAT:

- catégorie 5: senneurs de 450 à 800 tjb, 350 à 500 tonnes de capacité en cale;

- catégorie 6: senneurs de 800 à 1200 tjb, ayant jusqu'à 800 tonnes de capacité en cale;
- catégorie 7: senneurs de plus de 1200 tjb, disposant d'environ 1000 à 1200 tonnes de capacité en cale.

Le "Lady Sushill" appartient à la catégorie 5. En décembre 1984, la flottille française disposait de 14 navires de catégorie 5 et de 18 navires de catégorie 6. Les navires espagnols et assimilés se répartissaient en 4 unités de catégorie 6 et 12 de catégorie 7. Un aperçu de l'évolution mensuelle des effectifs de l'ensemble de ces flottilles de senneurs est présenté au tableau 46.

Tableau 46

Effectifs mensuels des flottilles de thoniers senneurs
en pêche dans l'océan Indien, à l'ouest de 85°E,
de novembre 1983 à décembre 1984.

Mois	Senneurs			Effectif total
	catégorie 5	catégorie 6	catégorie 7	
1 9 décembre 8 2	3	2	-	5
janvier	3	2	-	5
février	3	2	-	5
mars	3	2	-	5
1 avril	3	2	-	5
mai	3	2	-	5
9 juin	3	2	-	5
juillet	4	2	-	6
8 août	5	2	-	7
septembre	4	2	-	6
3 octobre	5	2	-	7
novembre	7	7	-	14
décembre	8	7	-	15
janvier	8	7	-	15
février	8	8	1	17
mars	8	12	2	22
1 avril	8	15	4	27
mai	12	18	6	36
9 juin	12	18	6	36
juillet	10	13	6	29
8 août	8	17	6	31
septembre	12	19	6	37
4 octobre	14	20	8	42
novembre	14	22	11	47
décembre	15	22	12	49

6.2.3 Les zones de pêche

Tout d'abord limitées aux régions proches des Seychelles, les zones de pêche se sont progressivement étendues à l'ensemble du bassin ouest de l'océan Indien avec l'accroissement de la flottille.

Le senneur mauricien a exploré la région des Seychelles et des Chagos de décembre 1979 à août 1980, puis le bassin oriental au sud de Sumatra jusqu'en 1982. Il a par la suite presque toujours pêché dans l'ouest.

De janvier à juillet 1983, la flottille française a surtout exploité la région comprise entre les Seychelles et les Chagos, de 3°S à 8°S. D'août à octobre, la zone de pêche s'est élargie vers le nord (jusqu'à 3°N) et vers l'ouest (50°E). En 1984, la majeure partie de l'activité s'est concentrée au sud de l'équateur entre 50°E et 70°E pendant le premier trimestre puis les secteurs visités se sont étendus vers le nord (jusqu'à 10°N) et vers l'ouest.

La flottille espagnole au sens large a également procédé à une recherche intensive dans un secteur très vaste: de 42°E à 69°E et de 1°S à 9°S de mars à juin 1984, de 1°N à 5°S et de 50°E à 58°E de juillet à septembre, et de 5°N à 9°S et de 45°E à 63°E au cours du dernier trimestre 1984.

Cet élargissement des zones d'activité des navires est un phénomène couramment observé dans les pêcheries en développement; les senneurs tentent de suivre le poisson dans ses déplacements saisonniers et d'identifier, sur la base d'indices divers, les meilleures zones de concentration. Il s'agit en quelque sorte d'une phase "d'apprentissage" de la région.

6.2.4 Les captures

Les prises des thoniers senneurs dans l'océan Indien sont passées de 44 tonnes en 1979 à 106 000 tonnes en 1984 (tableau 47). Au cours de ces 5 années, la quasi totalité des prises provenait de l'ouest de l'océan Indien, sauf en 1981 et 1982, où respectivement 75% et 28% des prises annuelles ont été faites dans le bassin oriental par le senneur mauricien. La répartition des prises par pays en 1984 est donnée ci-dessous:

- France.....	67 000 tonnes
- Espagne (et assimilés).....	22 000 tonnes
- Côte d'Ivoire.....	13 000 tonnes
- Ile Maurice.....	4 000 tonnes
- Japon (prospection de la JAMARC).....	négligeable

La répartition des captures totales par carré de 5 degrés et par mois, de 1982 à 1984, est présentée sur la figure 134, avec une interruption de juillet à octobre 1982, aucun navire n'étant sur zone.

Pendant les prospections, en 1982, et au début de l'exploitation industrielle, en 1983, les secteurs les plus productifs ont été localisés à l'est des Seychelles: de 0° à 10°S et de 55°E à 70°E au cours du premier semestre (janvier à juin 1983) et durant les deux derniers mois de 1982 et 1983. D'août à octobre 1983, les principaux secteurs de pêche étaient situés de 5°N à 5°S, entre 50°E et 55°E. En 1984, on retrouve grossièrement cette situation, les meilleures pêches ayant lieu au sud de l'équateur entre 55°E et 70°E de janvier à avril et de 5°N à 5°S, entre 50°E et 60°E de juillet à octobre. Des secteurs jusqu'alors peu connus ont aussi été exploités, en particulier en mai-juin au nord de Madagascar (5°S à 15°S, 45°E à 55°E). En novembre et décembre 1984, les plus fortes captures ont été localisées entre 0° et 5°S, mais les secteurs adjacents (de 0° à 5°N et de 5°S à 10°S) se sont aussi montrés productifs.

(Aucun bateau de ces flottilles n'était présent dans l'océan Indien de juillet à octobre 1982)

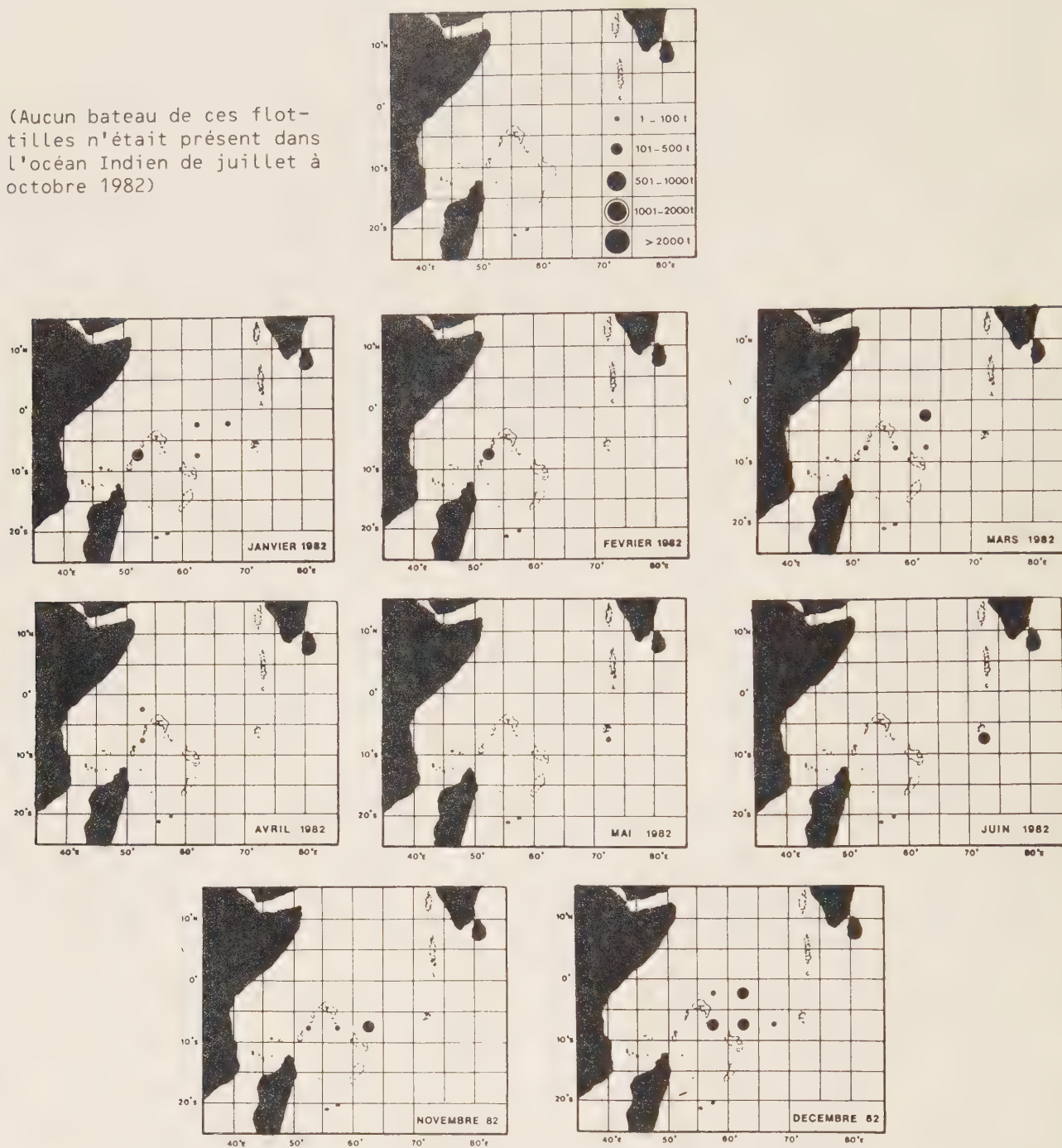


Figure 134. Répartition mensuelle des captures de thon faites par les senneurs français, ivoiriens, espagnols et japonais de 1982 à 1984 (d'après Marsac et al., 1983; Potier et Marsac, 1984; Jamar, 1984; Cort, 1985; Marsac et Hallier, 1985).

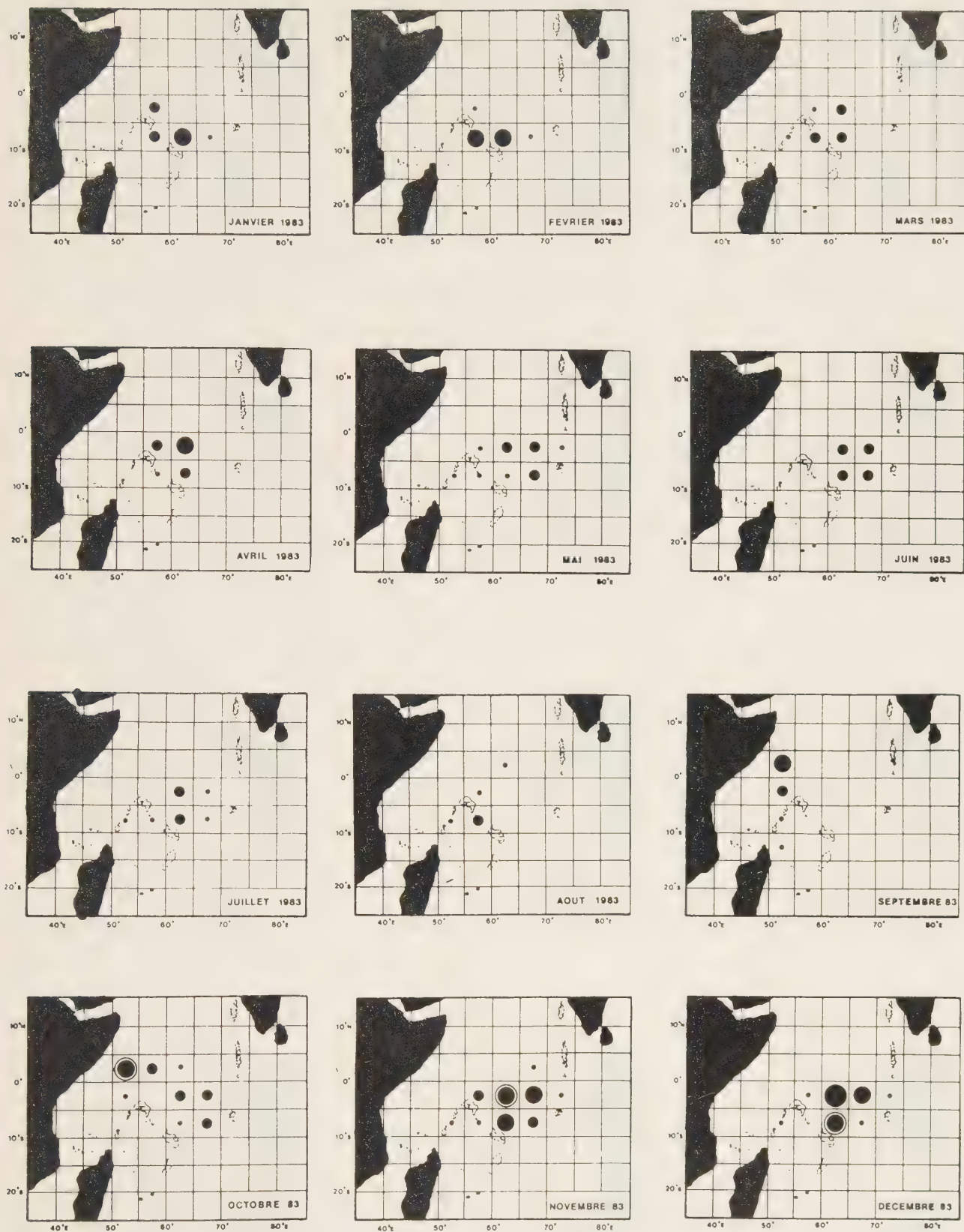


Figure 134. (suite)

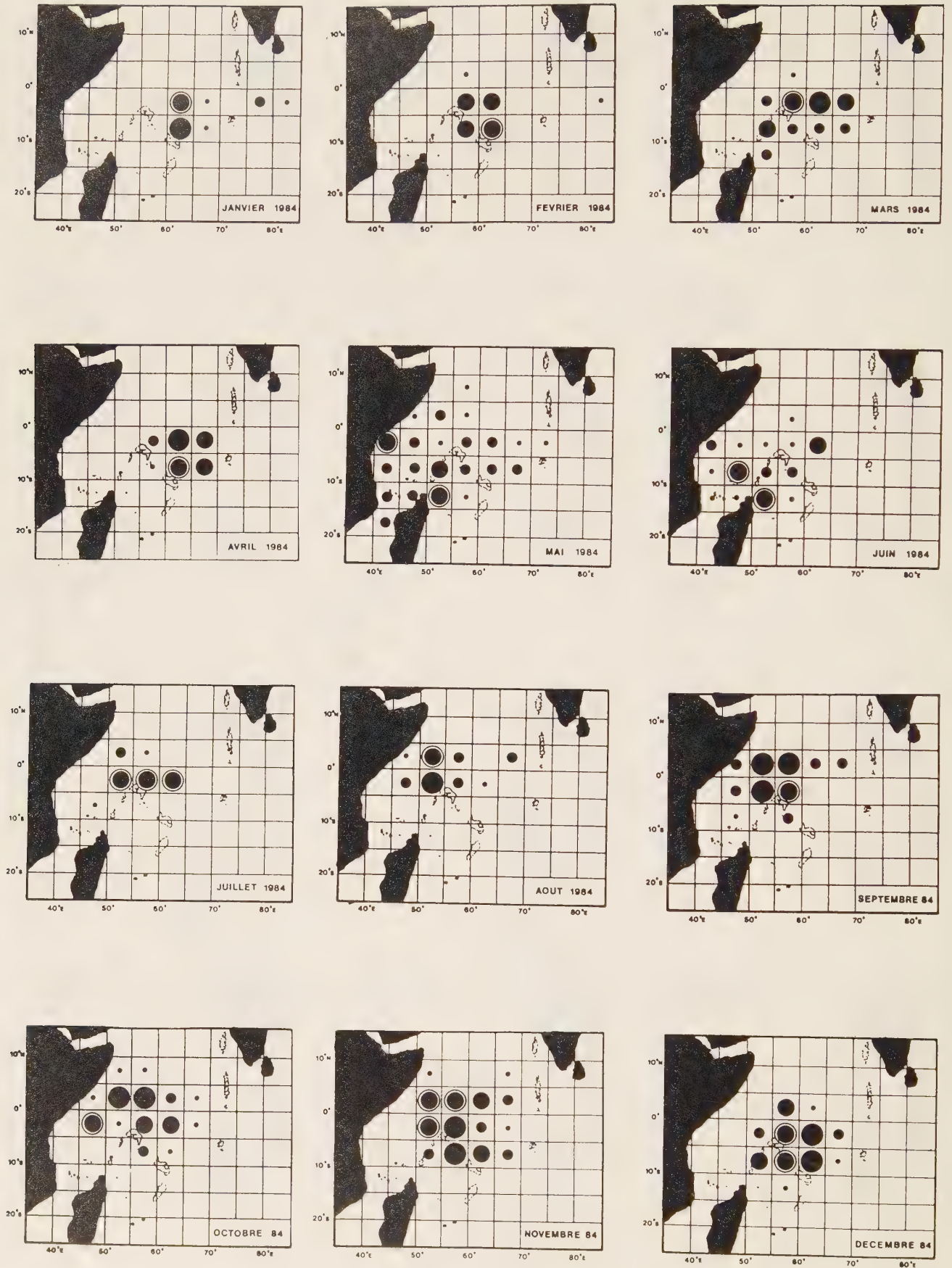


Figure 134. (suite)

Tableau 47

Prises (en tonnes) des thoniers senneurs en activité
dans l'océan Indien de 1979 à 1984
(toutes flottilles réunies).

Les mois rassemblés par une accolade correspondent aux marées du senneur mauricien "Lady Sushill" pour lequel les captures mensuelles ne sont pas disponibles

	1979	1980	1981	1982	1983	1984
JANVIER	-	67	234	562	1317	5773
FEVRIER	-	)	278	630	1565	4806
MARS	-	) 518	154	784	1463	8625
AVRIL	-	)	112	250	1722	5928
MAI	-	) 70	)	244	971	7817
JUIN	-	)	) 336	311	880	4244
JUILLET	-	) 134	)	)	815	4651
AOUT	-	)	)	)	636	5970
SEPTEMBRE	-	)	) 496	) 535	1055	13373
OCTOBRE	-	) 271	)	)	2434	16230
NOVEMBRE	-	-	513	438	3806	20132
DECEMBRE	44	140	342	830	5736	9111
TOTAL	44	1200	2465	4584	22400	106660

6.2.5 Effort de pêche et rendements

Pendant le premier semestre 1982, pour les besoins de la prospection, l'effort de pêche fut dispersé autour des Seychelles. A partir de novembre 1982, les zones de plus fortes valeurs d'effort correspondent à celles des plus fortes captures (figure 135).

Marsac et Hallier (1985) ont mis en évidence une différence sensible des temps de pêche entre catégories de senneurs, pendant les mois de forte activité. En janvier et février 1984, les grands senneurs ont passé en moyenne 3 à 5 jours de plus sur les secteurs de pêche que les senneurs moyens, et 6 jours en plus en septembre. Cette différence s'expliquerait par la grande capacité en cale des senneurs des catégories 6 et 7 qui leur permet de rester plus longtemps sur les secteurs favorables, optimisant leur temps de présence en mer.

Toutes flottilles et toutes catégories confondues, l'effort mensuel moyen par bateau est resté très stable de 1982 à 1984 (tableau 48). L'évolution mensuelle de l'effort global est présentée au tableau 49.

Tableau 48

Effort de pêche annuel et effort moyen
par bateau et par mois de 1982 à 1984
des flottilles française, ivoirienne et espagnole
(d'après Cort, 1985 Potier et Marsac, 1984;
Marsac et Hallier, 1985).

Effort Année	Nombre de jours de pêche total	Nombre moyen de jours de pêche par mois et p.bateau
1982	240	20
1983	1 408	21
1984	7 641	21

Tableau 49

Effort de pêche mensuel (exprimé en jours de pêche)
extrapolé à l'ensemble des flottilles de senneurs
opérant dans l'océan Indien, à l'ouest de 85°E de 1982 à 1984.

Année Mois	1982	1983	1984
JANVIER	27	104	300
FEVRIER	22	108	264
MARS	25	88	484
AVRIL	38	113	508
MAI	38	112	869
JUIN	33	105	715
JUILLET	20	92	564
AOUT	20	110	644
SEPTEMBRE	20	127	830
OCTOBRE	20	155	769
NOVEMBRE	49	267	946
DECEMBRE	108	354	1040
TOTAL	420	1 735	7 933

(Aucun bateau de ces flottilles n'était présent dans l'océan Indien de juillet à octobre 1984).

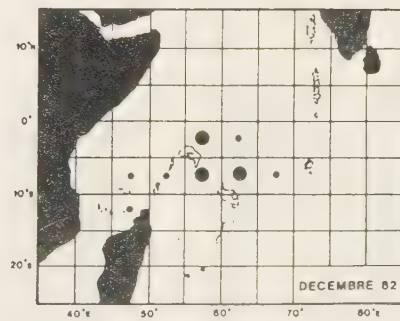
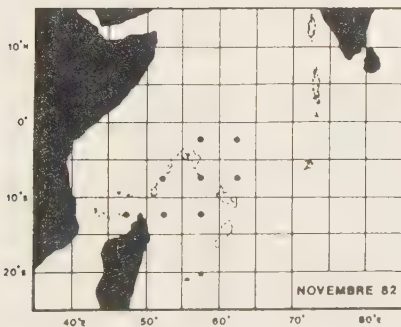
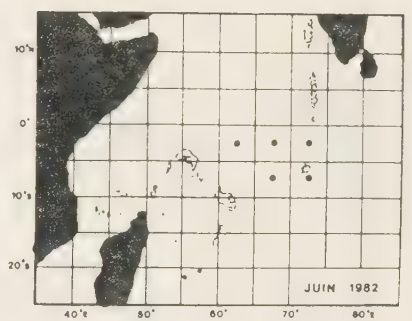
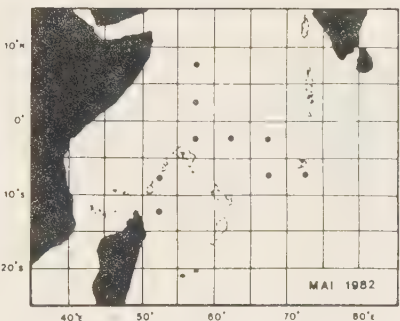
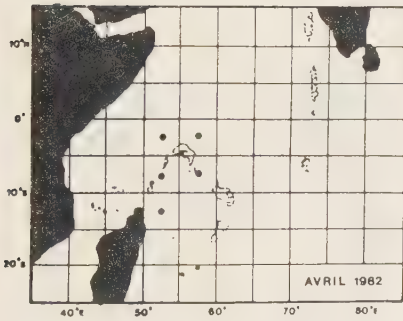
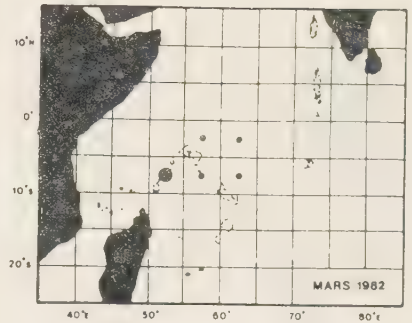
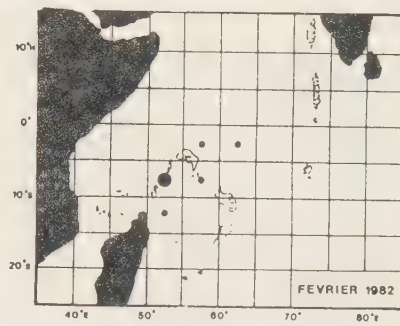
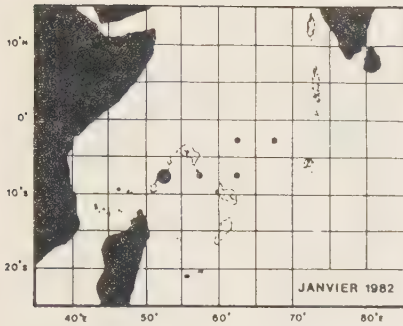
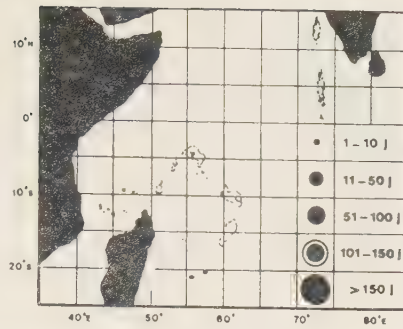


Figure 135. Répartition mensuelle de l'effort (exprimé en jours de pêche) des senneurs français, ivoiriens, espagnols et japonais de 1982 à 1984 (d'après Marsac et al., 1983; Potier et Marsac, 1984; Jamar, 1984; Cort, 1985; Marsac et Hallier, 1985).

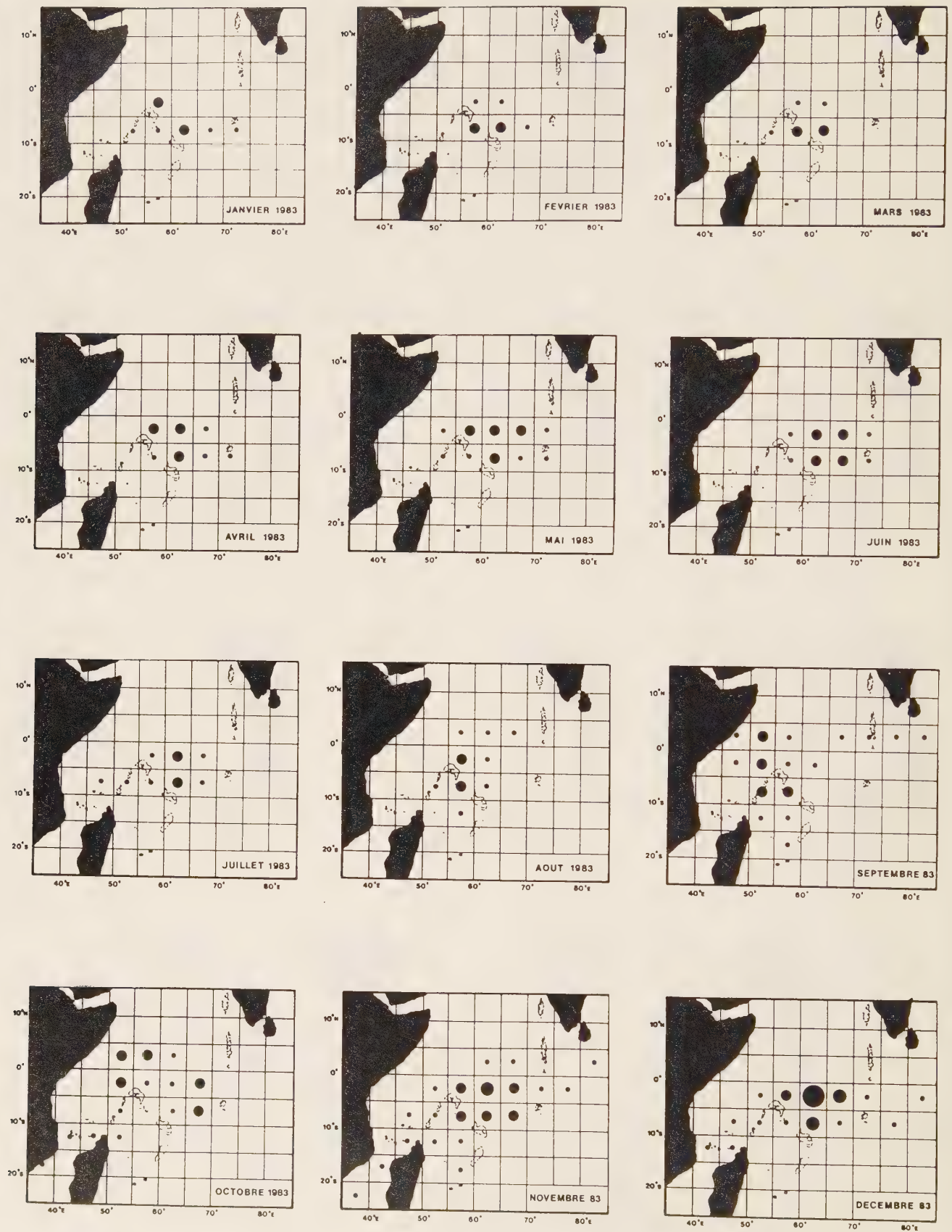


Figure 135. (suite)

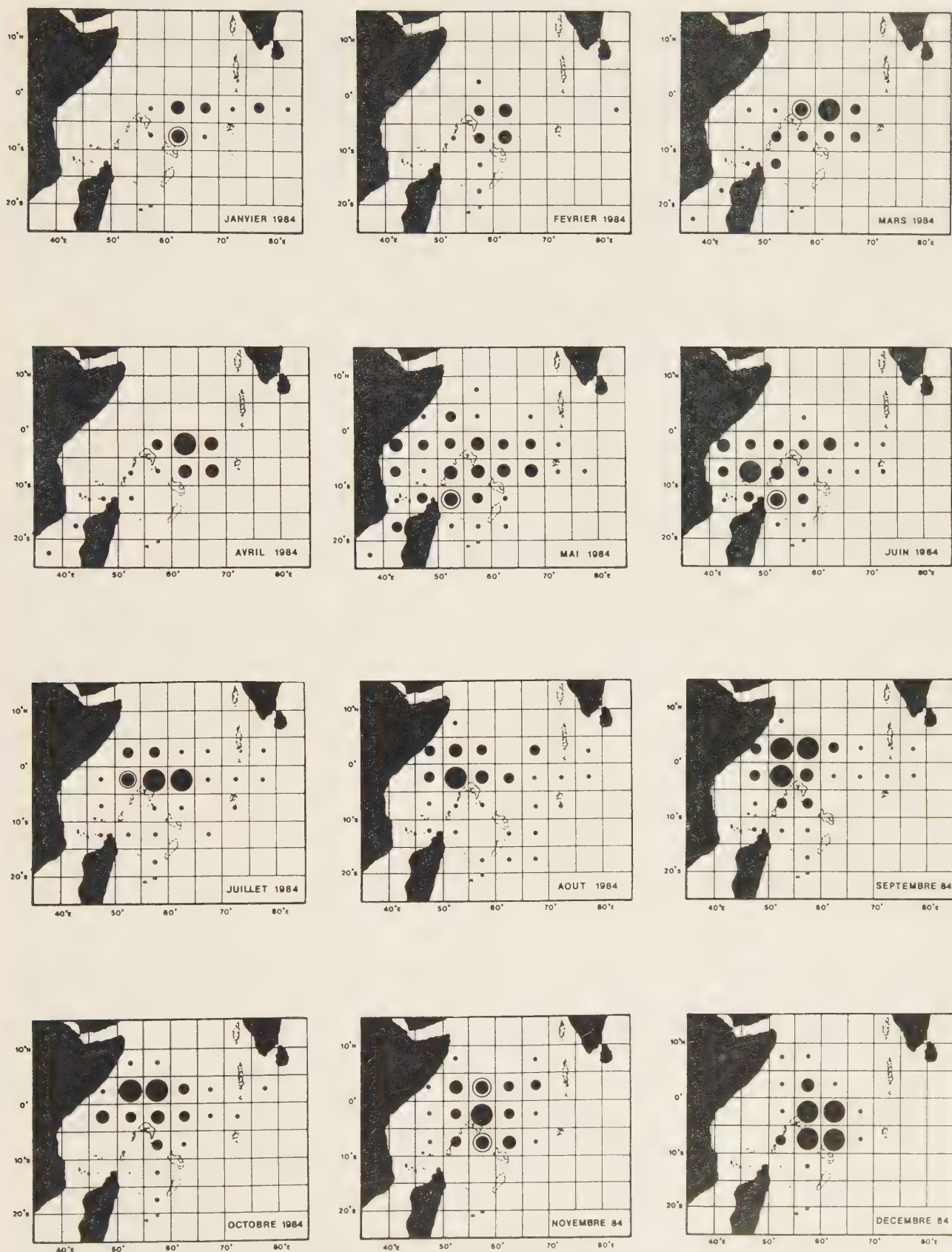


Figure 135. (suite)

L'évolution mensuelle des prises par unité d'effort exprimées en tonnes par jour de pêche (P.u.e.) de 1982 à 1984 est présentée au tableau 50. Une saisonnalité est bien mise en évidence: très bons rendements au cours du premier trimestre (17 à 18 t/j en moyenne), faibles rendements de juin à août (6 à 9 t/j), à nouveau fortes valeurs de septembre à novembre (15 à 20 t/j). Les moyennes annuelles ont été en légère augmentation de 1982 à 1984. La répartition mensuelle des prises par unité d'effort (exprimées en tonnes par jour de pêche) des senneurs français, ivoiriens, espagnols et japonais de 1982 à 1984 est présentée à la figure 136.

Les meilleurs rendements sont généralement obtenus dans des zones à conditions hydroclimatiques particulières. Dans l'océan Indien occidental, Marsac et Hallier (1985) ont identifié quatre structures hydrologiques types auxquelles étaient liées des concentrations notoires de thonidés pendant la période allant de novembre 1983 à décembre 1984, à savoir:

- le contre courant équatorial sud et le jet équatorial;
- des zones de convergence;
- les forts gradients thermiques dans la thermocline;
- les refroidissements des eaux superficielles avec formation de fronts.

1. le contre-courant équatorial sud a un caractère saisonnier puisqu'il apparaît en été austral, de novembre à avril; les rendements des pêches obtenus dans ce contre-courant ont été élevés de janvier à mars 1982, en janvier et mars 1983, de novembre 1983 à février 1984 et à nouveau en décembre 1984 (figure 136); à l'intermousson, le jet équatorial qui porte à l'est, a été également le siège de bons rendements en octobre 1983 et 1984.

2. Plusieurs zones de convergence se forment au cours de l'année en fonction des courants: les P.U.E. qui y sont obtenues ont été souvent plus élevées au cours d'un mois donné que dans les autres secteurs de pêche adjacents; ce fut le cas sur la limite nord du contre-courant équatorial en mars 1983 et en février et mars 1984, au nord du canal de Mozambique en mai 1984 (en liaison avec la circulation anticyclonique du courant sud-équatorial), enfin à l'ouest de la Somalie où règne un tourbillon induit par la mousson de sud-ouest en mai (début de mousson) et d'août à octobre (milieu et fin de mousson). Il est à noter que, sur ces convergences, se concentrent bon nombre d'épaves dérivantes.

3. Les secteurs où les gradients thermiques dans la thermocline sont forts peuvent présenter aussi une intense productivité. Des rendements élevés ont été constatés dans le mois qui suit celui où se crée une forte stratification de la colonne d'eau (avec une couche homogène peu épaisse: 20 à 30 m), en particulier à l'est des Seychelles.

4. Les eaux de surface de température uniforme et relativement élevée dans la région en période estivale, subissent un net refroidissement en mai (eaux du sud poussées par les alizés) au nord-ouest de Madagascar et le long de la côte est-africaine; ceci entraîne un resserrement des isothermes (25°C à 27°C) autour duquel les rendements obtenus sont élevés. Au large de la Somalie, un front thermique apparaît entre les eaux froides côtières (upwelling) et la masse d'eau chaude s'étendant au nord de l'équateur en juillet-août: cette variation rapide de la température (25°C à 28°C) n'existe réellement en surface que lors de la mousson de sud-ouest (soufflant du sud-est au sud de l'équateur); l'activité de pêche qui y est associée concerne surtout les mattes libres dont les rassemblements ont probablement une origine trophique.

Le récapitulatif des zones de pêche productives (rendements supérieurs à 10 t/j) sur l'ensemble des 3 années considérées est donné sur la figure 137:

- de janvier à avril, meilleures aires de pêche de 0° à 10°S , avec une certaine régularité de bons rendements entre 60°E et 65°E ;
- en mai, à l'arrivée de la mousson d'hiver austral, la zone la plus propice se situe le long de la côte est-africaine, de 5°N à 20°S ;
- d'août à octobre, meilleurs résultats de 5°N à 5°S - 10°S , de 0° à 5°N entre 50°E et 60°E et de 0° à 10°S entre 60°E et 65°E ;
- en novembre, mois de transition, bons rendements au nord de l'équateur, et jusqu'à 10°S ;
- en décembre, mêmes secteurs de pêche qu'au cours des 4 premiers mois de l'année avec persistance de prises élevées dans le contre-courant équatorial, de 0° à 5°S .

Il est possible que de nouvelles zones productives soient découvertes, dans un futur proche, au fur et à mesure que se développeront d'autres prospections soit plus au nord vers la Somalie et Socotra, soit dans le canal de Mozambique, soit encore dans la région est de l'océan Indien. Une meilleure prévision des zones de pêche les plus favorables pourra aussi être envisagée sur la base de ces premières observations.

Tableau 50

Prises par unité d'effort mensuelles
(exprimées en tonnes par jour de pêche)
des senneurs ayant opéré à l'ouest
de 85°E de 1982 à 1984.

Année Mois	1982	1983	1984	Moyenne 1982 à 1984
JANVIER	20,8	12,7	19,2	17,8
FEVRIER	28,6	14,5	18,2	17,8
MARS	31,4	16,6	17,8	18,2
AVRIL	6,6	15,2	11,7	12,0
MAI	6,4	8,7	9,0	8,9
JUIN	9,4	8,4	5,9	6,4
JUILLET	)	8,9	8,2	8,3
)				
AOUT	)	5,8	9,3	8,7
)	6,7			
SEPTEMBRE	)	8,3	16,1	14,9
)				
OCTOBRE	)	15,7	21,1	19,9
NOVEMBRE	8,9	14,3	21,3	19,3
DECEMBRE	7,7	16,2	8,8	10,4
MOYENNE	10,9	12,9	13,4	13,2

(Aucun bateau de ces flottilles n'était présent dans l'océan Indien de juillet à octobre 1982)

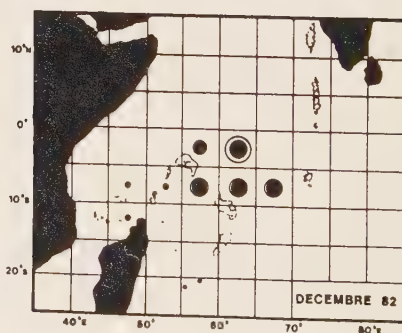
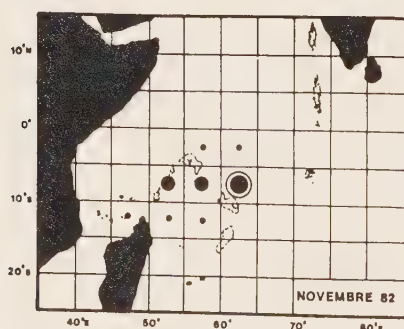
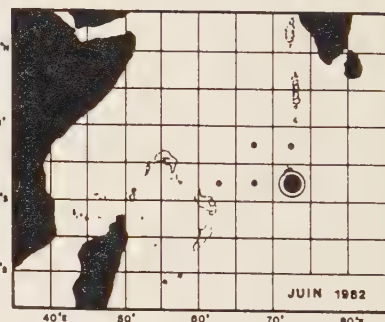
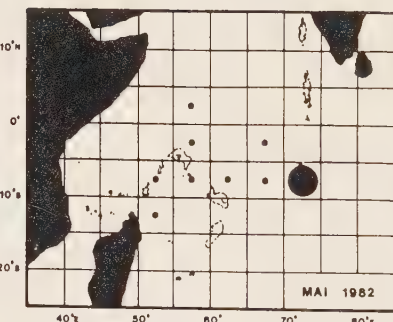
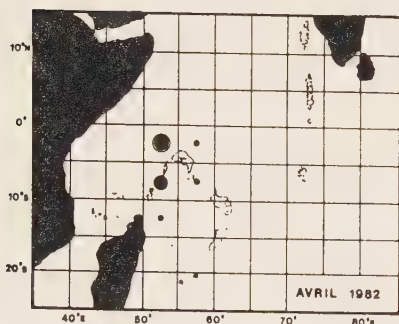
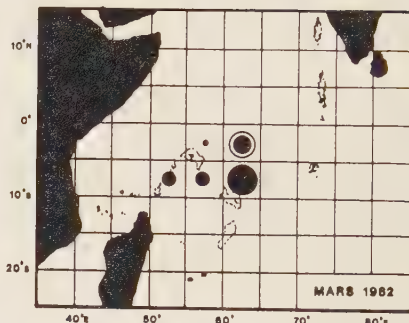
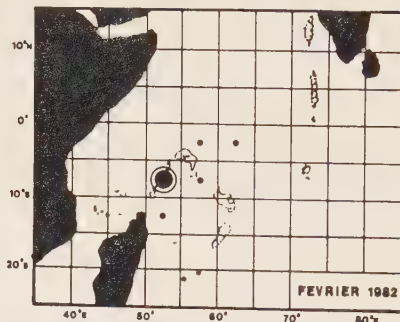
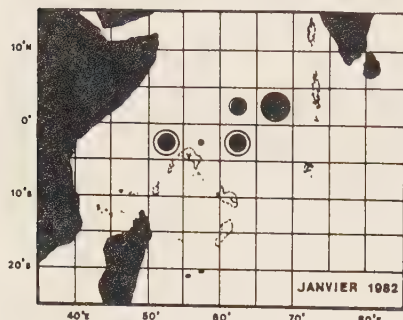
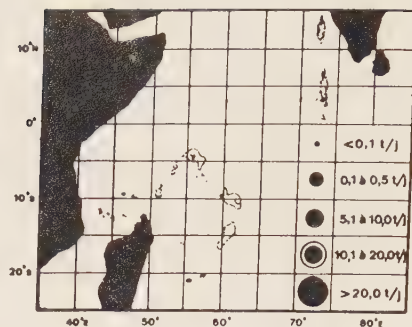


Figure 136. Répartition mensuelle des prises par unité d'effort (exprimées en tonnes par jour de pêche) des senneurs français, ivoiriens, espagnols et japonais de 1982 à 1984 (d'après Marsac et al., 1983; Potier et Marsac, 1985; Marsac et Hallier, 1985).

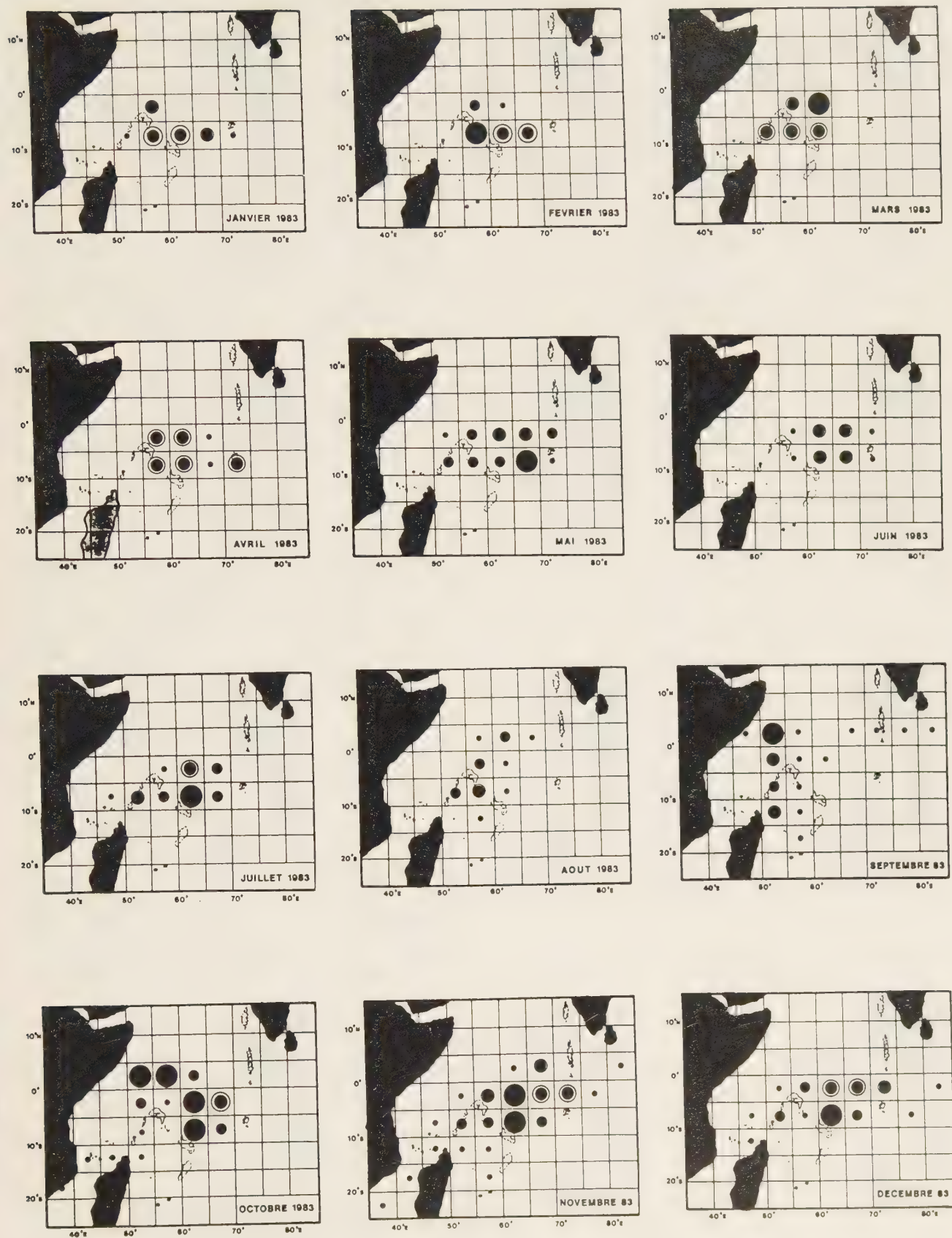


Figure 136. (suite)

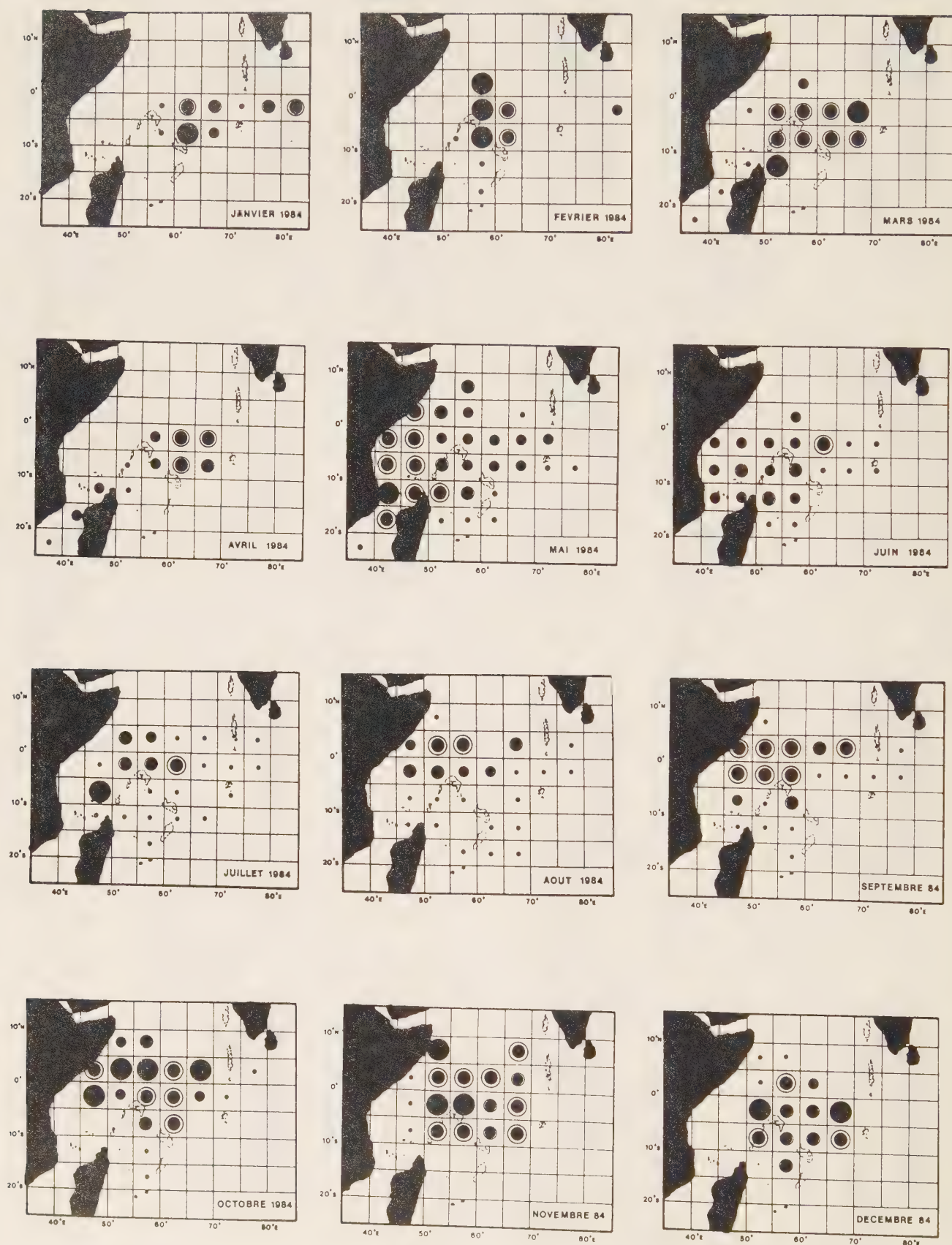


Figure 136. (suite)

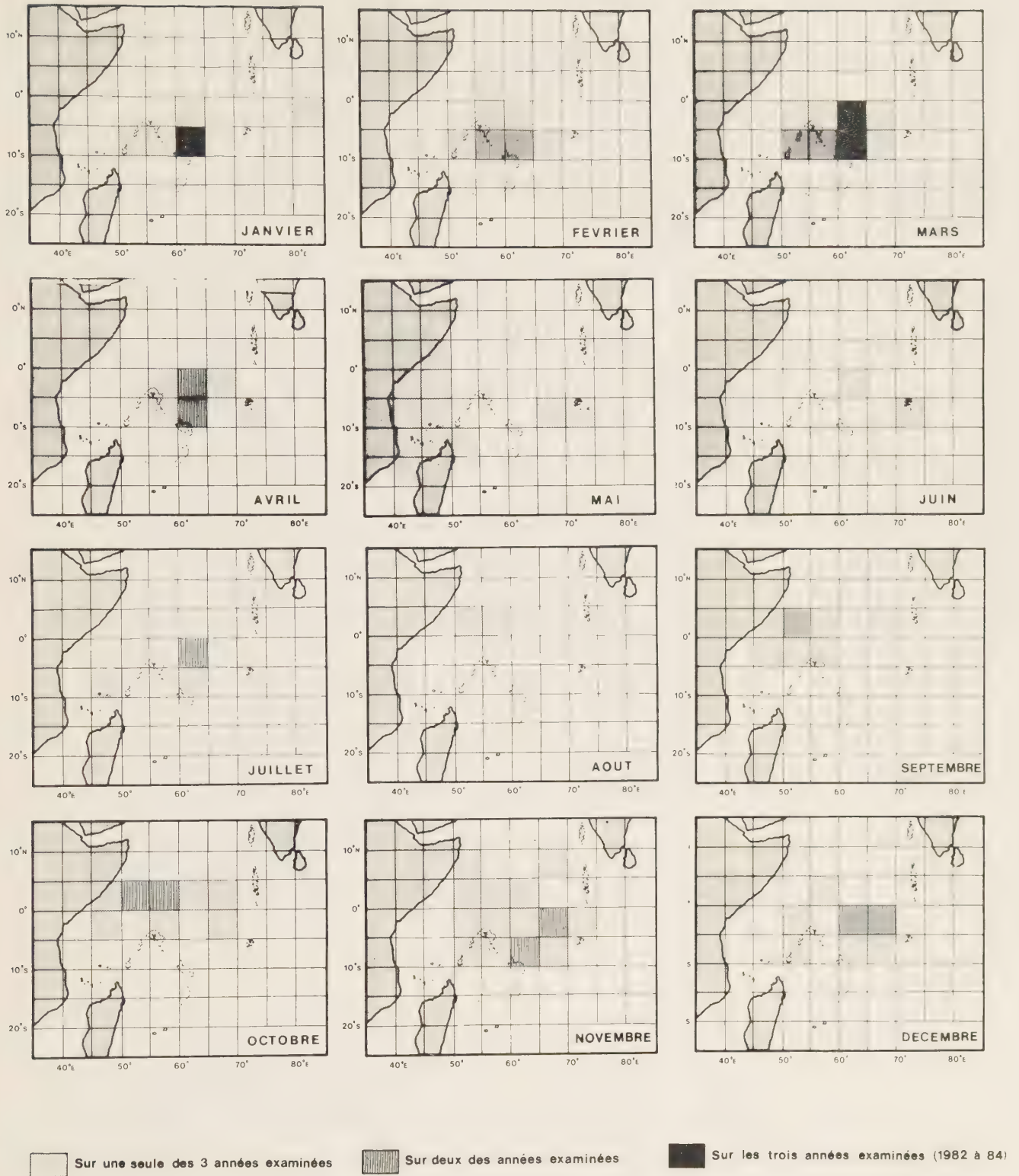


Figure 137. Secteurs où la P.U.E. est supérieure à 10 t/j.

6.2.6 Composition spécifique

Quatre espèces de thons constituent la quasi totalité des prises des senneurs: l'albacore, le listao, le patudo et le germon.

Quelques autres espèces sont capturées dans des proportions moindres: la thonine, la dorade coryphène, Coryphaena hippurus, les barracudas, Sphyraena spp. le poisson "banane", Elagatis bipinnulatus, le thazard, Acanthocybium solandri, des balistes dont l'espèce principale est Balistes rotundatus, des requins, et des poissons porte-épée, Istiophorus platypterus et Xyphias gladius.

La composition spécifique des prises n'a pu être obtenue pour toutes les flottilles en activité au cours des années 1982 à 1984. C'est ainsi que seront considérées:

- les seules données françaises en 1982,
- les données françaises et ivoiriennes en 1983,
- les données françaises, ivoiriennes, espagnoles et mauriciennes en 1984.

Le tableau 51 fait apparaître une certaine stabilité de la composition spécifique des prises de 1982 à 1984. L'albacore est légèrement prédominant (52 à 56%). Listao et albacore représentent plus de 95% des prises totales. Le patudo a été plus largement représenté en 1984, mais ceci pourrait être dû au fait que les patudos de petite taille ressemblent beaucoup aux albacores et ont très probablement été comptabilisés avec ceux-ci pendant les deux premières années; un protocole d'échantillonnage a, par la suite, permis de procéder au réajustement des prises entre ces deux espèces. Enfin, le germon n'a été noté qu'en 1984: il reste toutefois capturé en quantité très faible (moins de 1%).

Tableau 51

Proportion des différentes espèces de thon
dans les prises des senneurs.

Espèce \ Année	1982 (%)	1983 (%)	1984 (%)
ALBACORE	52,4	56,2	53,8
LISTAO	47,4	43,2	41,9
PATUDO	0,2	0,6	3,8
GERMON	0,0	0,0	0,5

L'évolution mensuelle de la composition spécifique des captures est présentée à la figure 138. Les principales périodes de pêche d'albacore se situent de juin à août et de décembre à mars; elles sont entrecoupées de creux relatifs, au profit du listao. Aucun cycle interannuel ne semble apparaître quant aux mois de plus fortes captures de patudo (mai 1983, octobre 1984), ceci pouvant aussi être dû aux répartitions biaisées antérieures à 1984. Le germon n'a été pêché qu'en mai et juin 1984, mois correspondant aux premiers refroidissements des zones de pêche concernées, au tout début de la mousson d'hiver austral.

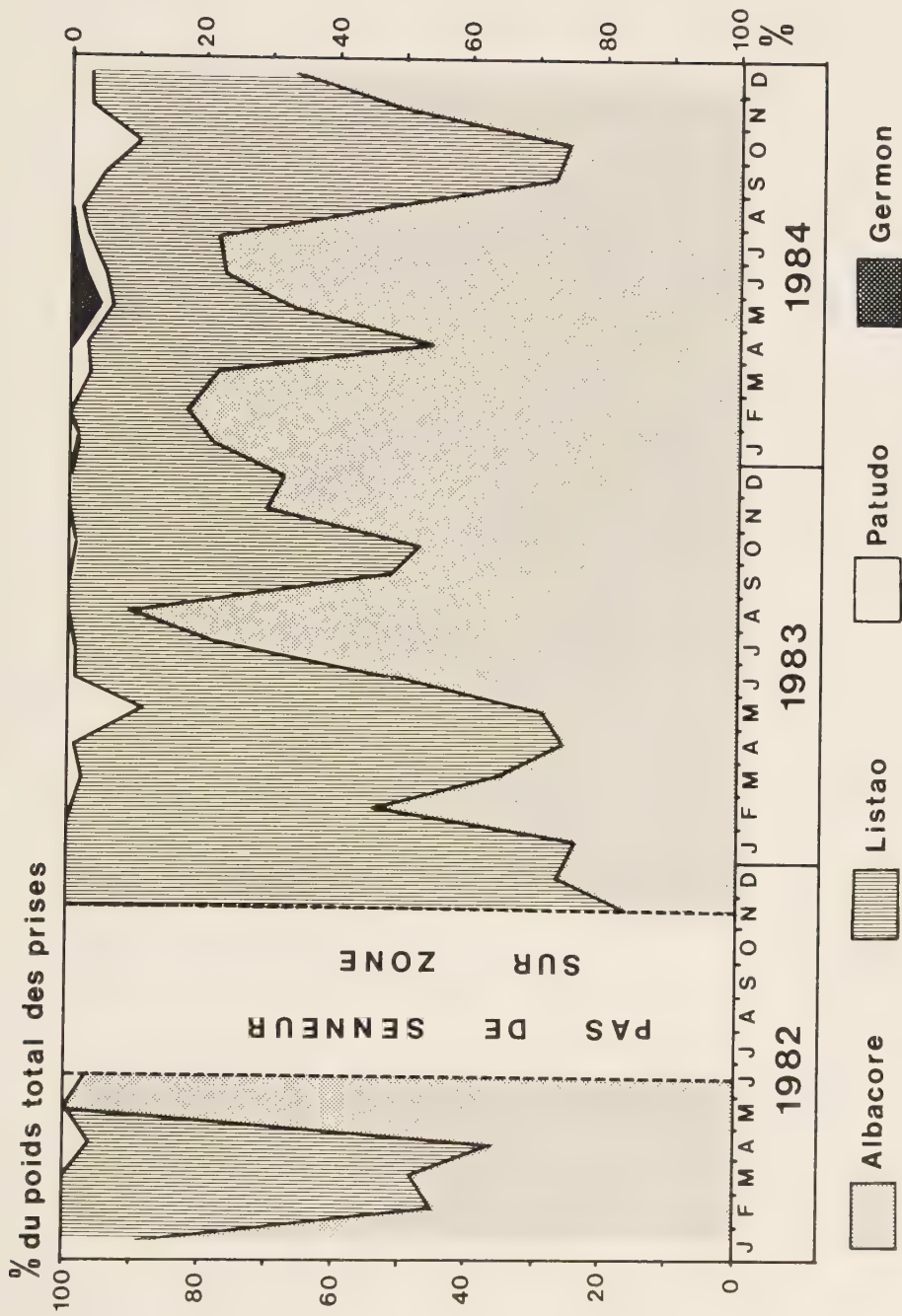


Figure 138. Composition spécifique mensuelle des captures faites par les senneurs dans l'océan Indien occidental de 1982 à 1984.

Tableau 52

Captures mensuelles par espèce (en tonnes) faites par les senneurs dans l'océan Indien occidental
(d'après Marsac et al., 1983; Potier et Marsac, 1984; Cort, 1985; Marsac et Hallier, 1985).

	ALBACORE			LISTAO			PATUDO			GERMON			TOTAL		
	1982	1983	1984	1982	1983	1984	1982	1983	1984	1982	1983	1984	1982	1983	1984
JANVIER	318	253	4004	37	804	1016	0	0	31	0	0	0	355	1057	5051
FEVRIER	97	709	3498	119	596	738	0	0	1	0	0	0	216	1305	4237
MARS	132	426	6325	145	750	1551	0	20	84	0	0	15	277	1196	7975
AVRIL	38	379	2555	63	1069	2825	4	7	106	0	0	5	105	1455	5491
MAI	100	145	4878	0	298	2075	0	54	98	0	0	367	100	497	7418
JUIN	162	362	3119	5	341	705	0	6	129	0	0	80	167	709	4033
JUILLET	-	510	3421	-	132	744	-	3	166	-	0	37	-	645	4368
AOUT	-	426	3002	-	39	2465	-	0	102	-	0	0	-	465	5569
SEPTEMBRE	-	461	3392	-	423	8473	-	0	636	-	0	0	-	884	12501
OCTOBRE	-	926	3853	-	1013	9844	-	20	1544	-	0	0	-	1959	15241
NOVEMBRE	27	2347	9823	144	981	8691	0	0	577	0	0	1	171	3328	19092
DECEMBRE	150	3711	5731	413	1743	2560	0	0	272	0	0	0	563	5454	8563
TOTAL	1024	10655	53601	926	8189	41687	4	110	3746	0	0	505	1954	18954	99539

1982: données françaises/ 1983: données françaises et ivoiriennes/ 1984: données françaises, ivoiriennes, espagnoles et mauriciennes.

De 1982 à 1984 les prises d'albacore sont passées de 1 020 à 53 600 tonnes et celles de listao de 920 à 41 690 tonnes (tableau 52). A titre de comparaison, les flottilles de senneurs de l'Atlantique est capturent environ 100 000 tonnes d'albacore et 60 000 tonnes de listao par an.

6.2.7 Structure de taille des albacores et listaos

Les données françaises et ivoiriennes sont les seules disponibles à l'heure actuelle. L'échantillonnage de taille des thons débarqués a été mis en place par l'ORSTOM aux Seychelles, dès le début de l'exploitation et est devenue systématique à partir de janvier 1984. Une première analyse sommaire, portant sur des données de 1984 non pondérées et non extrapolées, a été faite par Marsac et Hallier (1985).

- albacore

Trois à quatre modes distincts peuvent être individualisés. Le premier groupe (poissons inférieurs à 70 cm) est bien représenté jusqu'en mai-juin, après quoi il disparaît quasiment de la pêcherie en juillet-août. A partir de septembre, on constate une augmentation progressive de ce groupe. L'absence de petits albacores de moins de 45 cm est à signaler (figure 139).

Les modes intermédiaires - individus allant de 80 à 120 cm subissent quelques fluctuations: leur représentation croît de mars à septembre pour diminuer ensuite. Leur absence en décembre 1984 est certainement liée à une carence dans l'échantillonnage (seulement 216 individus mesurés). Le groupe des poissons de taille supérieure à 120 cm constitue, en poids, une part appréciable des captures tout au long de l'année.

L'augmentation récente des prises d'albacore en surface peut poser le problème de l'interaction entre pêcherie de surface et pêcherie palangrière; les senneurs capturent en effet de larges quantités d'albacores (50% des prises totales) qui comprennent des individus de taille semblable à ceux habituellement pêchés à la palangre.

- listao

Le listao présente une distribution de tailles très étendue de mars à septembre, avec une identification difficile des modes (excepté en juin). Les jeunes semblent recrutés dans la pêcherie en janvier-février, ce qui avait également été constaté en 1983 (Potier et Marsac, 1984). Ils disparaissent en octobre, époque à laquelle deux à trois modes distincts sont identifiés, situation qui, apparemment, se prolonge jusqu'en janvier (figure 140).

A partir de la série mensuelle d'histogrammes, il semble difficile d'établir une progression modale. Mendoza (1982) avait déjà souligné ce fait dans la pêcherie atlantique, en attribuant la variabilité spatio-temporelle des distributions aux conditions hydrologiques que peuvent rencontrer les différentes classes de taille au cours de leurs migrations. Dans la pêcherie de listao exploitée par les canneurs japonais au nord-ouest de Madagascar, Marcille et Stéquert (1976) avaient également constaté une constance des modes au cours des mois, qu'ils avaient attribuée à l'existence d'un courant continu recrutement-croissance-migration, explication qui pourrait être étendue à la zone de pêche des senneurs.

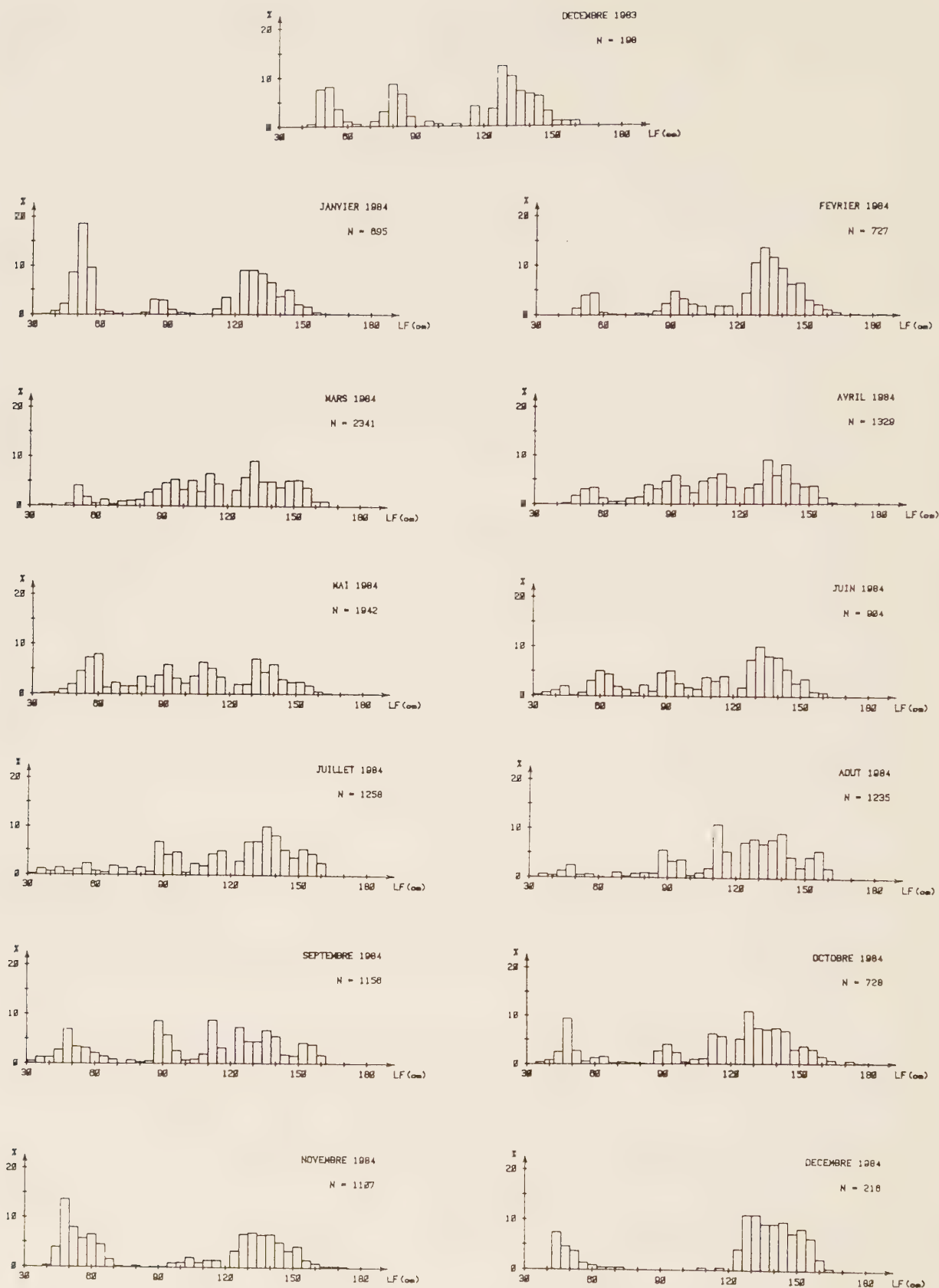


Figure 139. Fréquence de taille des captures d'albacore (*Thunnus albacares*), de décembre 1983 à décembre 1984 (d'après Marsac et Hallier, 1985).

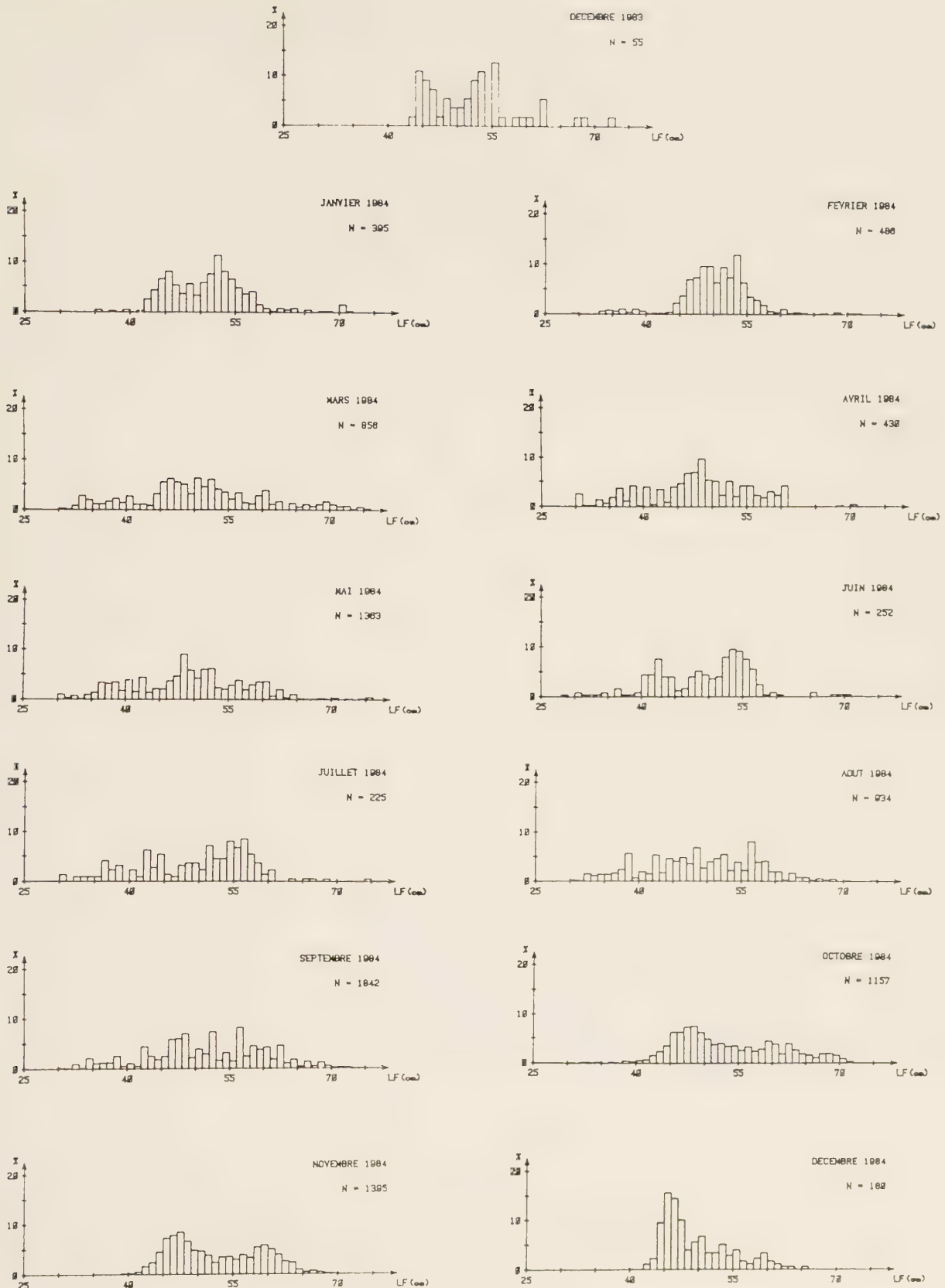


Figure 140. Fréquences de taille des captures de listao (*Katsuwonus pelamis*), de décembre 1983 à décembre 1984 (d'après Marsac et Hallier, 1985).

6.2.8 Objets flottants et pêches thonières à la senne

Les pêcheurs ont depuis longtemps constaté le regroupement de poissons pélagiques autour d'objets flottants en dérive. La pêche des thons autour de tels objets est pratiquée en Atlantique, dans le Pacifique et maintenant dans l'océan Indien.

Les épaves en dérive sont soit naturelles, soit artificielles. Les épaves naturelles sont en général des bambous, des planches de bois, des caisses, des caillebotis, des troncs d'arbres, ... etc, rejetés par des fleuves ou tombés de navires en route (billes de bois, en particulier). D'autres épaves sont également cataloguées dans cette série: les baleines ou cachalots crevés, en décomposition à la surface de la mer, les boules de palangres séparées accidentellement de leur ligne, les aussières, etc... Les épaves artificielles sont habituellement des radeaux sommaires, constitués de 4 ou 6 fûts de 200 litres supportant une armature légère en métal ou en bambou, et sous lesquelles peuvent être attachées des palmes de cocotiers pour accentuer leur caractère attractif. Une balise émettrice et parfois un réflecteur radar sont fixés à l'épave pour faciliter son repérage.

Les épaves artificielles ancrées (payaos) destinées aux pêcheries industrielles sont généralement disposées sur grands fonds (3000 à 4000 m). Ce type de pêche, fort développé aux Philippines, n'est pas pratiqué dans l'océan Indien. Seule une expérience a été tentée aux Seychelles, par l'ORSTOM, en 1982. Elle a consisté à la mise en place de 5 radeaux sur des fonds de 1500 m. Ils étaient constitués d'un cadre métallique rectangulaire de 5 m x 3,5 m surmonté d'une structure pyramidale portant fanal lumineux et réflecteur radar. Un plancher de bambou supportait des filières garnies de palmes de cocotiers plongeant jusqu'à 2 ou 3 mètres de profondeur (figure 141). A l'arrivée de la saison d'alizés, 3 radeaux ont été perdus et les 2 autres disparurent 3 mois plus tard. Aucun suivi régulier de ces D.C.P. n'a pu malheureusement être conduit, tant de la part des pêcheurs locaux (situation quelque peu lointaine pour leurs bateaux) que du seul thonier senneur présent dans la zone. Néanmoins, des concentrations de l'ordre de 15 à 20 tonnes de thons (listao surtout) ont été observées occasionnellement. Il a paru que le courant était trop fort pour permettre au poisson de séjourner durablement sous ces D.C.P.

Les flottilles de senneurs opérant dans l'océan Indien réalisent une bonne part de leurs prises autour des objets dérivants. Les données françaises et ivoiriennes permettent de faire une analyse détaillée des résultats de pêche sur épave et de les comparer à ceux obtenus sur les bancs (ou mattes) libres. Le terme "mattes libres" regroupe les bancs de thons évoluant seul et ceux qui sont liés à de gros animaux marins vivants: baleines en particulier (le plus souvent, Balaenoptera physalus, rorqual commun) et requins-baleines (Rhyncodon typus). A noter que l'association thon-dauphin est très rare dans la région, à l'inverse de ce qui prévaut dans le Pacifique est.

6.2.8.1 Captures et rendements

- Un aperçu général de la ventilation des captures sur épaves et sur mattes libres est donné sur la figure 142. En 1982 et 1983 les pêches sur épave ont été plus fréquentes qu'en 1984. Lorsque les mattes libres sont abondantes, comme ce fut le cas en 1984, elles constituent la cible préférée car elles sont constituées en général d'albacores dont la valeur commerciale est supérieure au listao. La proportion des captures faites sur épave et sur matre libre fluctue largement d'un mois à l'autre; des maxima de prises sur épaves ont été observés en septembre et octobre 1983 et 1984. Les pêches sur épave ont représentées 65% des pêches totales en 1982; cette proportion a par la suite été réduite à 56% en 1983 et à 42% en 1984.

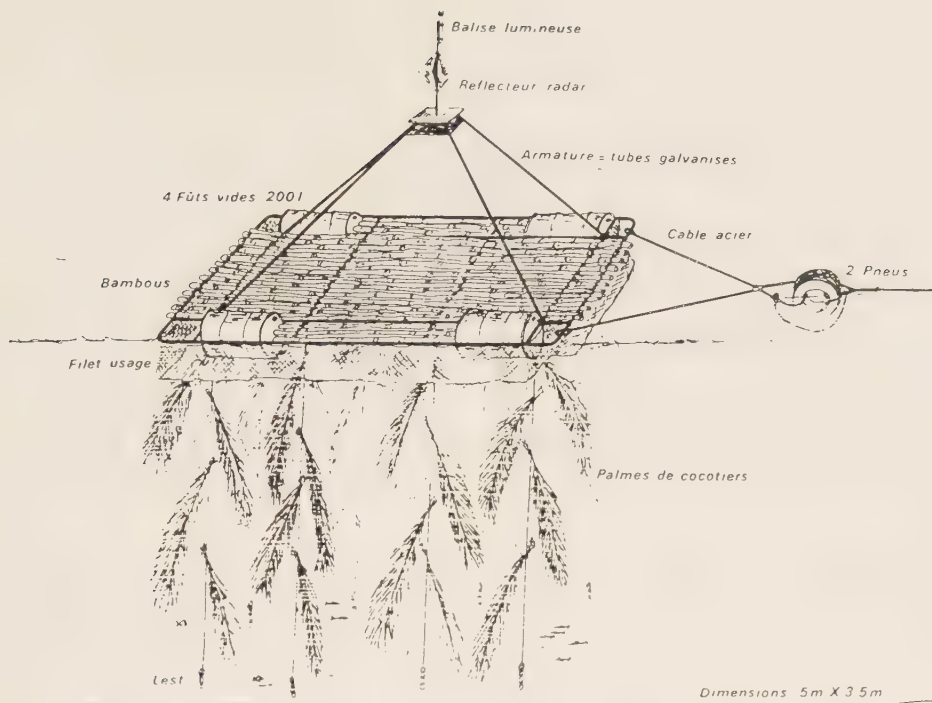


Figure 141. Radeau en acier et bambou ancré sur grands fonds aux Seychelles.

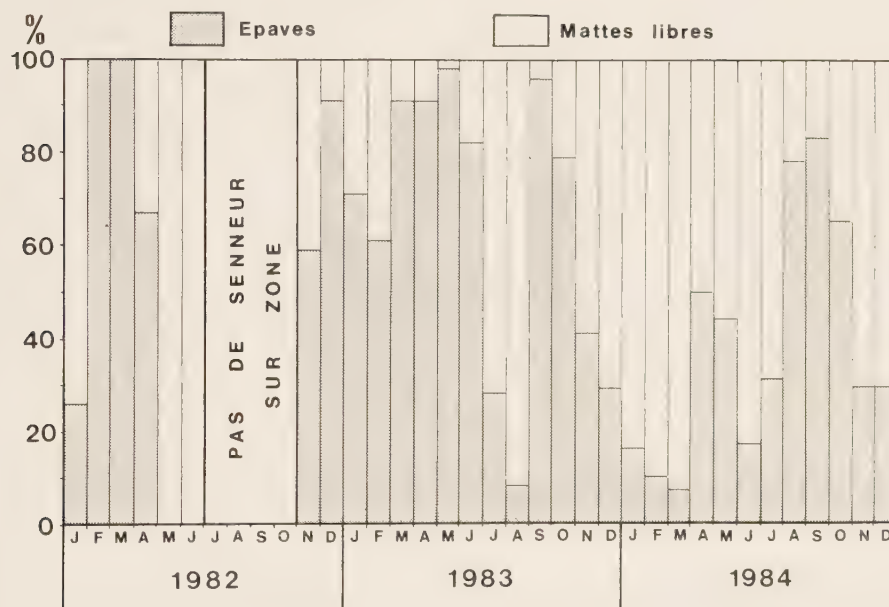


Figure 142. Pourcentage mensuel des prises faites sur épaves et sur mattes libres, de janvier 1982 à décembre 1984 (d'après Marsac et al., 1983; Potier et Marsac, 1984; Marsac et Hallier, 1985).

- Le taux de réussite sur épave, proportion du nombre de coups positifs sur le nombre total de coups de filet, est très élevé et stable au cours des 3 années considérées: 88 à 92% (tableau 53). Les pêches sur mattes libres, en revanche, présentent un taux de réussite beaucoup plus faible, de 54 à 57% (tableau 54).

- Les rendements par coup de filet sont plus élevés sur épaves que sur mattes libres; par contre les rendements par coup de filet positif, du même ordre de grandeur en 1982 et 1983 ont été meilleurs sur épaves en 1984 (38% de plus que sur mattes libres).

- La pêche sur épaves est presque exclusivement pratiquée tôt le matin, avant 7h: 85% des prises et 82% des coups de filet ont lieu dans la tranche horaire 4-7h; les rendements par coup de filet y sont également les plus élevés (tableau 55). Les prises sur mattes libres, quant à elles, se répartissent à peu près régulièrement de 7h à 19h (avant 7h, les résultats sont peu significatifs étant donné la faible proportion de coups de filet); on peut seulement noter des taux de réussite un peu plus faibles de 10h à 15h; les rendements par coup positif sont plus élevés l'après-midi que le matin (tableau 56).

- La fréquence relative des coups positifs sur épaves et sur mattes libres en fonction du tonnage capturé est présentée au tableau 57. Les prises par coup de filet positif sont très proches quelque soit le type de banc.

6.2.8.2 Composition spécifique

Le listao apparaît clairement comme le thon d'épaves par excellence (figure 143): il y prédomine toute l'année alors que l'albacore présente des fluctuations mensuelles bien marquées. Le patudo peut représenter plus de 10% des prises comme en mai 1983 et en juin et octobre 1984; le germon n'est quasiment jamais pêché sur épaves.

L'évolution de la composition spécifique des prises sur mattes libres, (figure 144) fait apparaître de grandes différences d'un mois à l'autre avec cependant une large prédominance de l'albacore; cette espèce entre pour 100% des captures sur mattes libres en avril-mai 1982, ainsi qu'en mars, juillet et septembre 1983. Le patudo est moins abondant dans les mattes libres que sous les épaves alors que le germon a représenté 12% des captures sur mattes libres en mai 1984. Les tailles des poissons capturés sur mattes libres sont relativement homogènes; en revanche, sous épaves, on constate une plus grande diversité en espèces et en tailles avec une stratification marquée selon la profondeur, les petits individus occupant les eaux superficielles et les plus gros (albacore et patudo) se situant plus en profondeur.

6.3 LA PECHE AU FILET MAILLANT

Cette pêche est exclusivement pratiquée par des navires formosans. Les zones de pêche sont situées en mer d'Arafura et s'étendent parfois vers l'ouest en direction de la côte nord-ouest australienne (figures 145 et 146). Les principales espèces capturées sont les requins, le thon mignon, la thonine, les maquereaux et les poissons porte-épée. Parmi les thonidés, le thon mignon est l'espèce la plus représentée dans les prises. Les filets maillants mis en pêche la nuit ont environ 10 km de longueur, 18m de chute, et une maille de 150mm. Cette pêcherie est soumise à un quota annuel de 7000 tonnes. Les prises de thon mignon approchent 2 000 tonnes par an.

Des essais ont été menés aussi dans les eaux seychelloises par un navire formosan de 26m en septembre 1985. En 22 jours de mer 15 tonnes ont été pêchées, principalement constituées de listao, de requins, de marlins et de thonine.

Tableau 53

Statistiques générales sur les captures des flottilles françaises et ivoiriennes en océan Indien concernant les bancs associés aux épaves dérivantes, de 1982 à 1984 (d'après Marsac et al., 1983; Potier et Marsac, 1984; Marsac et Hallier, 1985).

	1982				1983				1984			
	C	T.R	R/C	R/C+	C	T.R	R/C	R/C+	C	T.R	R/C	R/C+
JANVIER	90	75	11,3	15,0	746	84	16,6	19,6	784	93	17,0	18,2
FEVRIER	216	100	27,0	27,0	802	89	17,8	20,1	410	95	20,5	21,6
MARS	277	100	17,3	17,3	1087	95	27,2	28,6	448	82	26,4	32,0
AVRIL	70	100	23,3	23,3	1319	89	20,6	23,1	2215	96	32,6	34,1
MAI	0	0	0	0	487	88	11,3	12,8	1915	95	19,5	20,6
JUIN	0	0	0	0	581	96	23,2	24,2	609	83	33,8	40,6
JUILLET	-	-	-	-	182	92	14,0	15,2	868	82	31,0	37,7
AOUT	-	-	-	-	36	83	6,0	7,2	3166	96	33,3	34,8
SEPTEMBRE	-	-	-	-	848	88	35,3	40,4	8006	91	37,9	41,9
OCTOBRE	-	-	-	-	1543	94	32,8	35,1	7051	92	39,6	43,0
NOVEMBRE	101	63	12,6	20,2	1371	96	26,4	27,4	3369	92	21,6	23,4
DECEMBRE	515	91	15,6	17,2	1591	97	18,3	18,9	1765	85	16,0	19,0
TOTAL ou MOYENNE	1269	88	16,5	18,7	10593	92	21,6	23,5	30606	91	29,3	32,0

LEGENDE:

C: Captures (tonnes)
T.R: Taux de réussite (en %)
R/C: Rendement par coup de filet (tonnes)
R/C+: Rendement par coup de filet positif (tonnes)

Tableau 54

Statistiques générales sur les captures des flottilles françaises et ivoiriennes en océan Indien concernant les mattes libres, de 1982 à 1984 (d'après Marsac et al., 1983; Potier et Marsac, 1984; Marsac et Hallier, 1985).

	1982				1983				1984			
	C	T.R	R/C	R/C+	C	T.R	R/C	R/C+	C	T.R	R/C	R/C+
JANVIER	265	67	12,6	18,9	311	35	5,8	16,4	4126	73	17,4	23,7
FEVRIER	0	0	0	0	503	40	10,1	25,2	3685	60	16,0	26,5
MARS	0	0	0	0	109	18	5,0	27,3	5838	47	13,1	27,9
AVRIL	35	17	5,8	35,0	136	27	5,2	19,4	2241	43	10,1	23,6
MAI	100	80	20,0	25,0	10	33	1,7	5,0	2487	49	10,3	20,9
JUIN	167	67	18,6	27,8	128	29	9,1	32,0	2962	44	13,0	29,3
JUILLET	-	-	-	-	463	39	20,1	51,4	1891	21	12,6	61,0
AOUT	-	-	-	-	429	40	12,3	30,6	875	21	5,0	24,3
SEPTEMBRE	-	-	-	-	36	21	2,6	12,0	1592	57	13,0	23,1
OCTOBRE	-	-	-	-	416	60	27,7	46,2	3844	41	12,1	29,8
NOVEMBRE	70	57	5,0	8,8	1957	77	15,8	20,6	8159	79	14,8	18,6
DECEMBRE	48	57	6,9	12,0	3863	70	15,7	22,3	4248	59	9,2	15,7
TOTAL ou MOYENNE	685	56	10,4	18,5	8361	57	13,3	23,3	41948	54	12,4	23,2

LEGENDE:

C: Captures (tonnes)
T.R: Taux de réussite (en %)
R/C: Rendement par coup de filet (tonnes)
R/C+: Rendement par coup de filet positif (tonnes)

Tableau 55

Résultats des prises effectuées sur épaves
selon l'heure du début du coup de filet,
de 1982 à 1984.

	4 à 7h	7 à 10h	10 à 13h	13 à 16h	16 à 19h
% des prises totales sur épaves	85,7	6,3	5,9	1,9	0,1
% des coups de filet	82,0	7,7	7,7	2,1	0,5
Taux de réussite	96,3	100,0	80,0	100,0	100,0
Rendement par coup	24,3	19,1	17,9	21,8	4,0
Rendement par coup positif	25,2	19,1	22,4	21,8	4,0

Tableau 56

Résultats des prises effectuées sur mattes libres
selon l'heure du début du coup de filet,
de 1982 à 1984.

	4 à 7h	7 à 10h	10 à 13h	13 à 16h	16 à 19h
% des prises totales sur mattes libres	7,8	26,2	18,4	26,3	21,3
% des coups de filet	3,7	30,7	23,2	24,1	18,3
Taux de réussite	77,8	47,3	39,3	41,4	52,3
Rendement par coup	27,3	11,2	10,4	14,3	15,3
Rendement par coup positif	35,1	23,7	26,4	34,6	29,2

Tableau 57

Fréquence relative des coups positifs
sur épaves et sur mattes libres
en fonction du tonnage capturé
(1982 - 1984);
(d'après Hallier, 1986).

Tonnage capturé	Fréquence relative des coups positifs (%)	
	sur épaves	sur mattes
1- 10	33,1	35,2
11- 20	23,8	24,5
21- 30	12,6	12,9
31- 40	7,9	8,5
41- 50	5,9	5,2
51- 60	4,3	3,2
61- 70	3,0	2,9
71- 80	2,7	2,5
81- 90	1,3	1,2
91-100	1,7	1,2
101-110	0,8	0,5
111-120	0,9	0,6
121-130	0,5	0,4
131-140	0,5	0,3
141-150	0,5	0,3
151-160	0	0,2
161-170	0,2	0,2
171-180	0,2	0,1
181-190	0	0
191-200	0,2	0
> 200	0	0,1

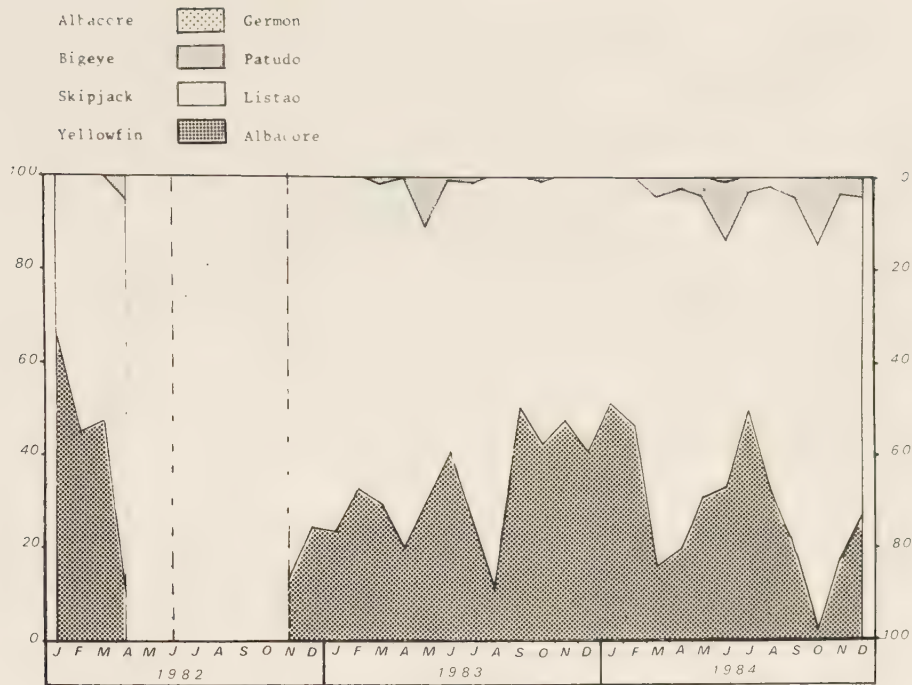


Figure 143. Evolution mensuelle de la composition spécifique des prises des senneurs français et ivoiriens sur épaves, de 1982 à 1984. (D'après Hallier, 1986).

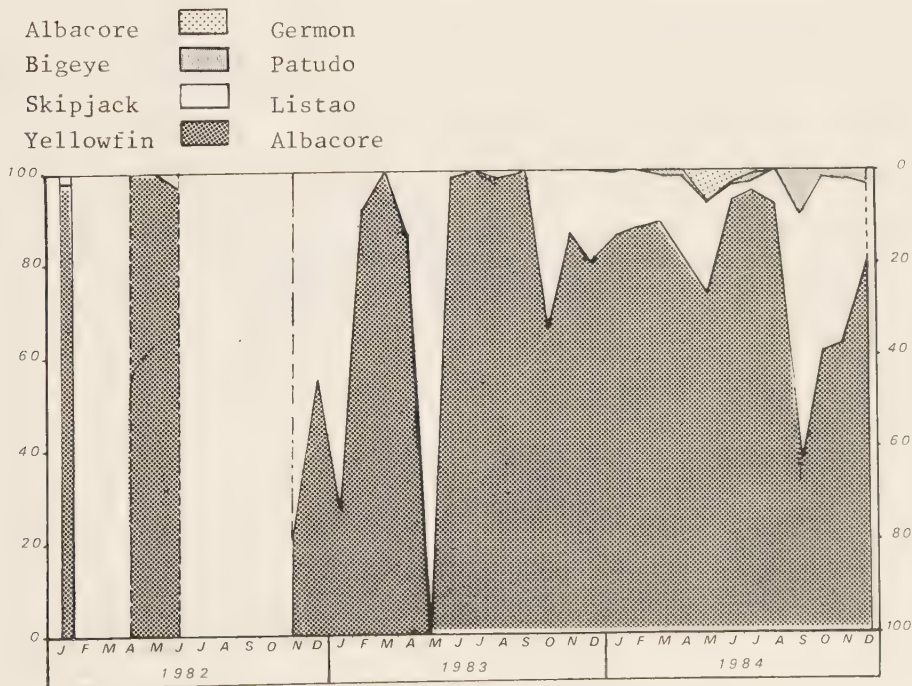


Figure 144. Evolution mensuelle de la composition spécifique des prises des senneurs français et ivoiriens sur mattes libres de 1982 à 1984. (D'après Hallier, 1986).

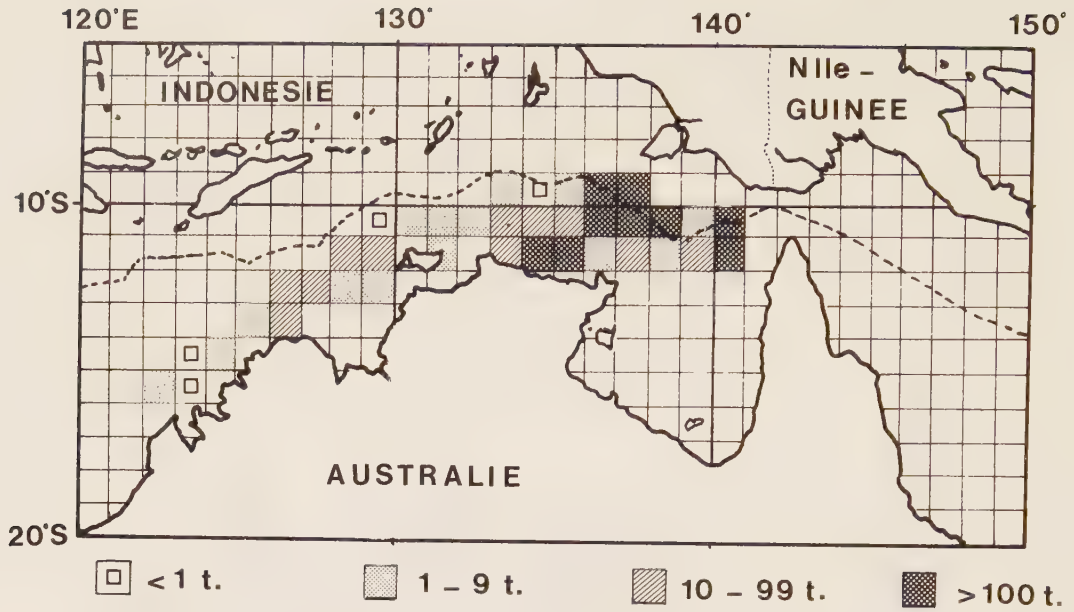


Figure 145. Prises de thon mignon au filet maillant par les navires formosans de juillet 1983 à juin 1984 (d'après Caton, 1985).

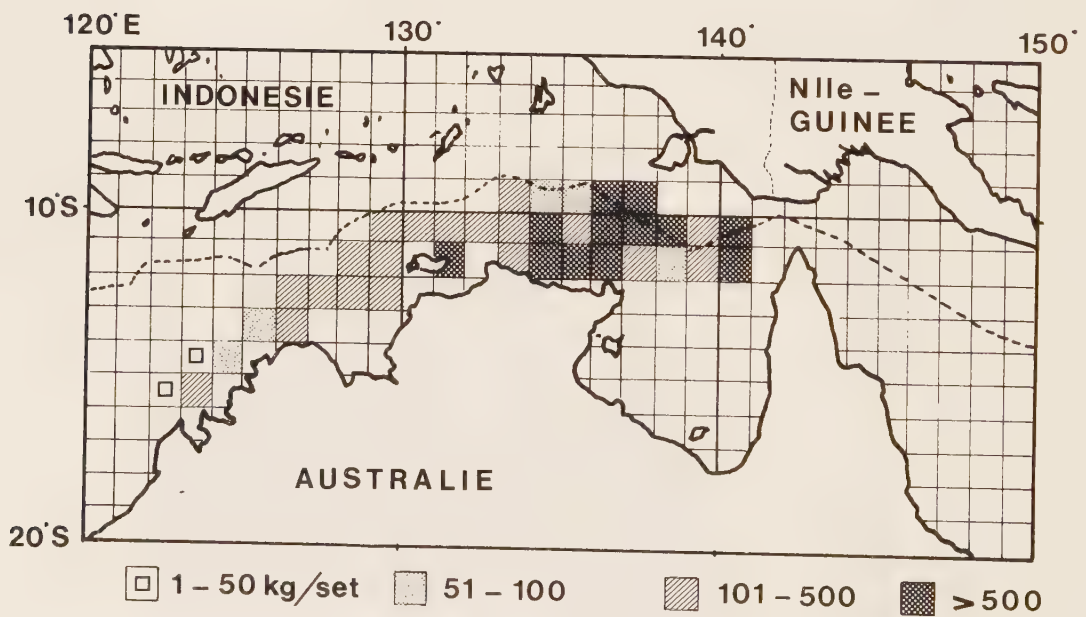


Figure 146. Rendements de thon mignon obtenus par les navires formosans de juillet 1983 à juin 1984 exprimés en kg par pose de filet (d'après Caton, 1985).

6.4 LA PECHE SPORTIVE

Pour être complet, nous citons ce type de pêche bien qu'elle ne puisse être assimilée au groupe des pêches industrielles, ni d'ailleurs à celui des pêches artisanales.

Les données de pêche sportive sont difficiles à obtenir. Seules les associations possèdent des registres où les prises de chaque journée de pêche sont consignées, avec parfois les poids individuels des poissons capturés. Cependant, ces données restent assez ponctuelles si l'on considère les nombreux pêcheurs indépendants dont les prises, parfois non négligeables, restent inconnues. Le mode de pêche est la ligne traînante avec appât ou leurre artificiel. Les données du tableau 58 proviennent d'Afrique du Sud. Les prises annuelles ont légèrement crû entre 1981-82 et 1983-84 où elles ont avoisiné 350 tonnes. Ces tonnages restent, bien sûr, très faibles en regard des pêches réalisées par les flottilles industrielles. Le thon rouge est toujours prédominant, rassemblant à lui seul 50% des prises. Le germon constitue environ 40% des prises et l'albacore 10%.

Dans les zones plus tropicales, les activités de pêche sportive sont souvent liées au développement touristique: c'est le cas de la Réunion, de l'Ile Maurice, des Seychelles, des Maldives et du Kenya.

Tableau 58

Captures de thons (en tonnes) par la pêche sportive
en Afrique du Sud, de 1981 à 1984
(d'après Penney, comm. pers.).

Année	Listao	Albacore	Patudo	Germon	Thon rouge	Total
1981	4	7	19	93	123	246
1982	2	3	7	127	139	278
1983	12	49	9	111	185	366
1984	1	36	2	136	175	350

CONCLUSION

Il est difficile de conclure un document présentant des points aussi variés que la biologie des thons, l'environnement régional, les pêches thonières artisanales et industrielles; par contre, il est possible de dresser de façon succincte un récapitulatif des zones potentielles de pêche au thon en surface, soit en tenant compte des pêcheries existantes, soit en évaluant à partir des données d'environnement les secteurs favorables à la concentration et à la vulnérabilité des poissons. Ce récapitulatif sera présenté par pays et concernera principalement le listao et l'albacore.

a) Australie

- L'espèce la plus pêchée est le thon rouge du sud, exploité par les palangriers au sud de l'Australie de juin à septembre pour les adultes ainsi qu'à la ligne traînante, la canne et la senne, à proximité des côtes pour les individus plus jeunes.

- Sur la côte nord-ouest, l'albacore est sans doute abondant de septembre à novembre et le listao de juin à août.

b) Indonésie

- Le listao est le thon faisant l'objet de la plus grosse activité de pêche. Il est présent toute l'année à l'ouest de Sumatra et de mai à août au sud de Java.

- L'albacore est aussi pêché toute l'année à Sumatra, de même qu'au sud de Java; les rendements y sont toutefois plus élevés de novembre à juin.

- Les thons mineurs sont largement représentés dans les débarquements de Sumatra et de Java.

- Les conditions météorologiques sont difficiles de juin à septembre, pendant la mousson d'hiver austral (vents forts et tornades passagères).

- La thermocline est très marquée mais profonde (100 à 150m). Le gradient de température est maximal de mars à juillet.

- D'avril à octobre, une convergence de courant est observée de 5°S à 10°S et de 85°E à 100°E. De nombreuses épaves peuvent s'y concentrer, permettant une éventuelle exploitation au moyen de senneurs, avant et après la mousson.

c) Thaïlande et Mer d'Andaman

- Les thons mineurs représentent la presque totalité des débarquements de la région. Le thon mignon constitue à lui seul 70% des prises; il est pêché de manière artisanale au moyen de filets maillants et de sennes coulissantes, tout au long de l'année.

- Les conditions météorologiques sont bonnes d'octobre à mai, pendant la mousson de nord-est.

- Les teneurs en oxygène dissous sont faibles toute l'année, ce qui explique la rareté de l'albacore et du listao.

d) Sri Lanka

- Le listao et l'albacore sont les deux espèces les plus capturées par la pêche artisanale. Le listao représente 40% des prises, l'albacore, 25 à 30%. Les captures totales atteignent 35 000 tonnes par an.

- Le listao est exploité toute l'année au filet maillant avec un maximum de juin à août, et à la canne de septembre à mars, la saison de l'albacore se situe d'octobre à février et de juin à août.

- Les conditions météorologiques pour la pêche industrielle au large sont peu favorables de mai à septembre sur la côte ouest et en décembre-janvier sur la côte est.

e) Inde

- Les thons mineurs sont les principales espèces pêchées dans l'Inde péninsulaire alors qu'aux îles Laccadives, le listao prédomine, suivi par l'albacore. Les captures totales avoisinent 20 000 tonnes par an.

- La pêche est de caractère artisanal; en Inde continentale, l'engin de pêche le plus utilisé est le filet maillant tandis qu'aux îles Laccadives, l'exploitation se fait au moyen de canneurs.

- La saison de pêche du listao aux îles Laccadives s'étend d'octobre à décembre et en avril-mai; l'albacore est pêché de décembre à février; les conditions météorologiques y sont défavorables en mousson de sud-ouest, de juin à septembre.

- Dans la partie nord du golfe du Bengale, l'eau est dessalée en surface par les fortes précipitations de la mousson de sud-ouest (juin à septembre) et la teneur en oxygène dissous y est faible toute l'année. Les conditions de pêche au large sont difficiles pendant cette mousson.

- Des conditions favorables à la pêche industrielle de surface existent de novembre à février au nord des Laccadives, et de février à avril sur la côte de l'Inde péninsulaire, au large de l'Andhra Pradesh.

f) Maldives

- Les captures annuelles y sont de l'ordre de 30 000 tonnes réparties en 60% de listao et 20% d'albacore. 95% des pêches sont faites à la canne et le reste à la traîne.

Etant donné la très grande extension nord-sud de cet archipel, les trois zones principales doivent être considérées séparément :

. Maldives du nord (au nord de 4°N)

- Les listaos sont abondants de décembre à mars et en juillet-août; on trouve aussi de l'albacore pendant ces mêmes périodes.

- Les conditions météorologiques sont souvent mauvaises de juin à septembre.

- Les périodes les plus favorables à la pêche industrielle se situent en mars-avril et en novembre-décembre.

. Maldives du centre (de 2°N à 4°N)

- On trouve des listaos en abondance de mai à juillet et des albacores en août-septembre.

- De janvier à juin, la thermocline se situe dans les 100 premiers mètres avec un gradient thermique vertical supérieur à 3°C par 10m.

- Les conditions océanographiques sont les plus favorables de mai à juin.
- . Maldives du sud (au sud de 2°N)
- On y rencontre du thon en toute saison sans grande variation saisonnière avec toutefois de gros albacores plus abondants de juillet à septembre.
- Les conditions météorologiques et hydrologiques sont favorables pour la pêche toute l'année.

g) Archipel des Chagos

- Cette région est uniquement fréquentée par les senneurs industriels, de bonnes pêches d'albacores ont lieu, surtout pendant le premier semestre.

- Le listao peut y être capturé toute l'année sous des épaves en dérive.

- Les conditions de pêche sont généralement bonnes sauf de juin à septembre où des journées de grand vent peuvent gêner les opérations de pêche.

g) Mer d'Arabie

- Les thons mineurs (auxides, thonine, thon mignon et thazards) constituent l'essentiel des débarquements. Ils sont exploités toute l'année dans la région des golfes sur les côtes arabes, en mer rouge et dans le golfe d'Aden. Les engins de pêche les plus utilisés sont le filet maillant et la ligne de traîne.

- Deux upwellings saisonniers sont observés de mai à septembre, le long des côtes d'Oman et du Pakistan. Entre ces deux régions, se tient un tourbillon convergent.

- Les conditions météorologiques en mousson de sud-ouest peuvent rendre difficile les opérations de pêche au large.

- La couche oxygénée de surface est peu épaisse (de l'ordre de 30-50m); en profondeur, les concentrations en oxygène sont très faibles (0,5 ml/l à 200m), limitant la présence des albacores et listaos sauf peut être saisonnièrement dans le golfe d'Aden.

- La partie nord de la région serait défavorable à un développement de la pêche industrielle de surface.

i) Côte est-africaine

- Pour l'ensemble des pays concernés (Somalie, Kenya, Tanzanie, Mozambique), aucune activité significative de pêche artisanale n'est à signaler. Pour chacun de ces pays, les pêches de thon ne sont que de quelques centaines de tonnes; les espèces les plus fréquemment capturées sont l'albacore et la thonine.

- Le flux de vent très intense rend difficiles les conditions de navigation le long de ces côtes, de juin à septembre, en mousson de sud-ouest.

- Sur la côte somalienne, un upwelling très actif se développe en juin et contribue à enrichir la couche superficielle en sels nutritifs. Des concentrations importantes de thon peuvent se trouver au large à la périphérie des secteurs d'enrichissement.

- Au niveau du cap Delgado (Mozambique), la divergence due à la séparation du courant sud-équatorial en deux branches, peut créer un enrichissement superficiel au cours de l'été austral, favorable à la présence de thons.

j) Madagascar, les Comores et le Canal de Mozambique

- Une capacité de pêche thonière industrielle commence à se déployer dans le canal de Mozambique.

- A Madagascar, seule la pêche à la traîne est pratiquée. Les prises peuvent être estimées à une centaine de tonnes, constituées essentiellement de thonine.

- Aux Comores, 1 800 tonnes de thons sont capturées à la ligne à main et à la ligne de traîne. Quelques filets maillants existent au sud de la Grande Comore.

- Dans le canal de Mozambique, les conditions de navigation sont bonnes toute l'année. quelques passages de cyclones sont toutefois à craindre au nord du canal pendant l'été austral.

- La thermocline est généralement profonde (autour de 100m) par le fait d'une convergence centrée sur les Comores. Le gradient de température dans la thermocline est faible et l'eau est claire. Malgré ceci, l'activité de pêche à la senne peut s'y développer grâce à la présence d'épaves dérivantes.

- Sur le plan océanographique, le nord du canal de Mozambique peut être prospecté à la senne avec de bonnes chances de succès, de janvier à juin et en septembre-octobre.

k) Réunion - Ile Maurice

- Autour de ces îles, seules des activités de pêche artisanale (ligne de traîne) et de pêche sportive sont à signaler.

- Les prises sont de l'ordre de 800 à 1 000 tonnes, composées surtout de thonine.

- En période d'alizés (mai à octobre), la mer est généralement forte, rendant difficiles les conditions de navigation. La thermocline est profonde et peu marquée.

- Les ressources thonières de surface paraissent peu abondantes et en tout cas insuffisantes pour développer une pêche industrielle de surface.

l) Seychelles

- La pêche artisanale capture une centaine de tonnes sur les plateaux de Mahé et des Amirantes.

- La pêche industrielle à la senne qui s'est développée depuis 1982 atteignait en 1985 un niveau de capture de 120 000t. L'albacore représente 50% des prises, le listao 45%, le reste se partageant entre le patudo et le germon. Des captures sporadiques de thons mineurs sont parfois rapportées.

- Au cours du premier trimestre, les flottes se déploient plutôt entre les Seychelles et les Chagos; d'avril à juillet, les senneurs exploitent la zone située entre les Seychelles et la côte est-africaine, entre 10°S et l'équateur. D'août à octobre, on constate un déplacement des zones de pêche entre l'équateur et 10°N. En novembre-décembre, les flottes tendent à se rapprocher de la région nord des Seychelles.

- Les conditions de navigation sont difficiles pendant la mousson de sud-ouest (juin à août); elles sont plus clémentes à cette période, au nord de l'équateur (de 0° à 5°N).

- Des structures hydrologiques favorables à la concentration de poisson persistent presque toute l'année.

BIBLIOGRAPHIE

- Agger, P., 1973. Yemen Arab Republic. Fishes and fisheries. A report prepared for the FAO Food and Nutrition Programme. Rome, FAO, FI:DP/ YEM/71/513/1:49 p.
- Appleyard, W.P., S.L. Williams et S. Chikuni, 1981. Pakistan. Joint ventures and other bilateral agreements in fisheries. Report prepared for the Government of the Islamic Republic of Pakistan. Rome, FAO/Norway Cooperative Programme, FAO EEZ Programme, FI:GCP/INT/368(NOR):91 p.
- Asghar, A., 1983. An abstract on catch statistics and tuna purchase of the Persian Gulf Fishery of Iran (from 1965 to 1981). Iran Persian Gulf Fisheries Research and Development Centre, 12 p. (mimeo)
- Baissac, J. de B., 1960. Indian Ocean Section - genus Euthynnus. Document présenté au CCTA/CSA. Colloque sur les Thonidés, Dakar, 12-17 décembre 1960. 2 p. (mimeo)
- Banse, K., 1959. On upwelling and bottom trawling off the southwest coast of India. J. Mar.Biol.Assoc.India, 1(1):33-49
- Bard, F.X. et D. Pincock, 1982. Rapport sur une expérience de marquage par micro-émetteur ultrasonique, de listaos (Katsuwonus pelamis) dans le Golfe de Guinée, en juillet 1981. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/ Rec.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 17(1):184-8
- Barkley, R.A., 1969. Salinity maxima and the skipjack tuna, Katsuwonus pelamis. Bull.Jap.Soc.Fish.Oceanogr., Spec.no., Prof. Uda's commemorative papers
- Barkley, R.A., W.H. Neil et R.M. Gooding, 1978. Skipjack tuna, Katsuwonus pelamis, habitat based on temperature and oxygen requirements. Fish Bull.NOAA/NMFS, 76(3):653/62
- Belevich, R.R., 1970. The circulation and zones of possible commercial concentrations of tunas. Rybn.Khoz., 1970(1)
- Ben Yami, M., 1964. Report on the fisheries Ethiopia. Report to Ministry of Foreign Affairs, Israel, 113 p.
- _____, (ed.), 1980. Tuna fishing with pole and line. Farmham, Surrey, Fishing News Books for FAO, 150 p.
- Brown, C.R., J.G. Bruce et R.H. Evans, 1980. Evolution of sea surface temperature in the Somali basin during the Southwest monsoon of 1979. Science, Wash., 209:595-7
- Bruce, J.G., M. Fieux et J. Gonella, 1981. A note on the continuance of the Somali eddy after the cessation of the southwest monsoon. Oceanol.Acta, 4(1):7-9
- Cane, M.A., 1980. On the dynamics of equatorial currents, with application to the Indian Ocean. Deep-Sea Res.(A Oceanogr.Res.Pap.), 27:525-44
- Caton, A., 1985. Tuna and billfish fisheries of the Western Australia fishing zone. Document présenté à l'IPTP Expert Consultation on the Stock Assessment of Tunas in the Indian Ocean. Colombo, Sri Lanka, 28 novembre-2 décembre 1985. Doc.no. TWS/85/40 (mimeo)

- Chakraborty, D., 1984. Fish landings on the Red Sea and Gulf of Aden coast of the Member Countries. A preliminary estimate. FAO/UNDP, RAB/83/023/14:48 p.
- Citeau, J., B. Piton et Y. Magnier, 1973. Sur la circulation géostrophique dans l'ouest de l'océan Indien sud-équatorial. Doc.Sci.Cent. Nosy-Bé ORSTOM, (31):29 P.
- C.M.F.R.I., Fishery Resources Assessment Division, 1983. Trends in marine fish production in India, 1982-1983. Mar.Fish.Inf.Serv.Tech. Ext.Ser., (52):21 p.
- Collette, B.B. et C.E. Nauen, 1983. FAO species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonites and related species known to date. FAO Fish.Synop., (125)Vol.2:134 p.
- Conand, F. et W.J. Richard, 1982. Distribution of tuna larvae between Madagascar and the Equator, Indian Ocean. Biol.Oceanogr., 1(4):321-36
- Cort, J.L., 1983. Informe de la Campaña de prospección de tunidos efectuada por cañeros españoles en Seychelles (julio 1981 - marzo 1982). Inf.Tec.Inst.Esp.Oceanogr., (4):60 p.
- _____, Data on tuna fishing by Spanish vessels in western Indian Ocean. (sous presse)
- Cresswell, G., 1985. Australian TOGA drifters. Argos Newsl., 21:10-1
- Cresswell, G., M. Fieux et J. Gonella, 1981. The Wyrski equatorial jet, May/June 1980. Trop.Ocean Newsl., January issue (Unpubl.)
- Cushing, D.H., 1971. Upwelling and production of fish. Adv.Mar.Biol., 9:255-334
- De Bruin, G.H.P., 1970. Drift net fishing in Ceylon waters. Bull.Fish.Res.Stn.Ceylon, 21(1):17-31
- De San, M., 1983. La perte de flottabilité des bouées de payaos. Loss of buoyancy of FAD floats. SWIO Fish.Bull.Pêches OISO, (4):4 p.
- De San, M., G. Carrara et T. Wedderburn. Synthèse des activités sur les FAD du projet OISO (in press)
- Dizon, A.E., W.H. Neil et J.J. Magnuson, 1977. Rapid temperature compensation of volitional swimming speeds and lethal temperatures in tropical tunas (Scombridae). Environ.Biol.Fishes, 2:83-92
- Donguy, J.R., 1975. Les eaux superficielles tropicales de la partie occidentale de l'océan Indien en 1966-1967. Cah.ORSTOM (Océanogr.), 13(1):31-47
- Donguy, J.R., et B. Piton, 1969. Aperçu des conditions hydrologiques de la partie nord du Canal de Mozambique. Cah.ORSTOM (Océanogr.), 7(2):3-26
- Donguy, J.R., et al., 1978. Conditions océanographiques et la pêche de la bonite (Katsuwonus pelamis) dans le Pacifique occidental. Cah.ORSTOM (Océanogr.), 16(3-4):309-17
- Duing, W., R.L. Molinari et J.C. Swallow, 1980. Somali current: evolution of surface flow. Science, Wash., 209:588-90

- Dupont, E., et A. Ralison, 1973. Etude de la pêche à la bonite à l'appât vivant à Madagascar. Résultats de la première année de la prospection thonnière réalisée par la KAIGAI GYOGYO. Tananarive, Projet de développement des pêches MDR/PNUD/FAO, Doc.Tech. MAG/68/515/11: 8 p.
- Eriksen, C., 1972. Fish processing and marketing. Fishery development in the Gulf of Aden. People's Democratic Republic of Yemen. FAO/UNDP draft report.
- FAO/UNDP, 1970. Fishery survey. Somalia. The tuna fishery of the Gulf of Aden. Report prepared for the Government of Somalia by FAO of the UN acting as executing agency for the UNDP. Based on the work of G.F. Losse, Fishery Officer (Biology). Rome, FAO/UNDP, FI: SF/SOM/3, Technical report 1:86 p.
- _____, 1973. The People's Democratic Republic of Yemen. Fishery resources of Aden and some adjacent areas. A report prepared for the Fishery Development in the Gulf of Aden project. Based on the work of A. Druzhinin, Fishery Biologist. Rome, FAO, FI: SF/DP9/12 PDY/64/501/7:299 p.
- _____, 1981. Fish market surveys in Kuwait. Oman and the United Arab Emirates. Roma, FAO/UNDP, FI:DP/RAB/71/278/17: 61 p.
- _____, 1981a. Pelagics fish resources of the Gulf and the Gulf of Oman. Rome, FAO/UNDP FI:DP/RAB/71/278/11: 143 p.
- _____, 1982. Thailand. Fishing for live-bait. A report prepared for the pole and line tuna fishing in southern Thailand project. Based on the work of J. Hori and S. Yano. Rome, FAO, FI:DP/THA/77/008, Field document 2:29 p.
- _____, 1982. Pole and line tuna fishing in southern Thailand. Project findings and recommendations. Report prepared for the Government of Thailand by FAO of the UN acting as executing agency for the UNDP. Rome, FAO/UNDP, Terminal report, FI:DP/THA/77/008:34 p.
- _____, 1985. Bay of Bengal Programme. Tuna fishery in the EEZs' of India, Maldives and Sri Lanka. Colombo, Sri Lanka, Marine Fishery Resources Management in the Bay of Bengal (RAS/81/051), BOBP/WP/31:89 p.
- Fieux, M., et C. Levy, 1983. Seasonal observations in the Western Indian Ocean. In Hydrodynamics of the equatorial ocean, edited by J.C.J. Nihoul. Amsterdam, Elsevier, Elsevier oceanography series, 36:17-29
- Fieux, M., et A. Kartavtseff, 1985. Campagne "SINODE" à bord du MARION DUFRESNE. Vol. 1. Routines 1980-1983. Publ.Mission Rech.Terres Aust.Antart.Fr., (85-02):126 p.
- Fonteneau, A., 1985. Panaroma de l'évolution de la pêche thonnière dans le monde (1946-1984). Pêche Marit., (1284):90-4
- Fonteneau, A., F. Laloe et J.M. Mamolar, Durée des coups de senne des senneurs FISM et espagnols. In Actes du Symposium Listao, Tenerife, juin 1983, Madrid, ICCAT (in press)
- Fourmanoir, P., 1957. Poissons téléostéens des eaux malgaches du Canal de Mozambique. Mém.Inst.Sci.Madagascar (Sér.F Océanogr.), 1:317 p.

- Frontier, S., 1983. Stratégies d'échantillonnage en écologie. Paris, Masson, Presses de l'université Laval - Québec, Collection d'écologie (17)
- Gallardo, Y., et J.C. Le Guen, 1972. Caractères hydrologiques des régions frontales d'Angola, du Gabon et du Congo favorables aux concentrations d'albacores. Doc.Sci.Cent.Pointe Noire ORSTOM (Nouv.Ser.), (23):18 p.
- Gonella, J., M. Fieux et G. Philander, 1981. Mise en évidence d'ondes de Rossby équatoriales dans l'Océan Indien au moyen de bouées dérivantes. C.R.Hebd.Séances Acad.Sci., Paris, 292:1397-9
- Gooding, R.M., et J.J. Magnuson, 1986. Ecological significance of a drifting object to pelagic fishes. Pac.Sci., 21:486-97
- Hallier, J.P., 1986. Purse seining on debris-associated schools in the Western Indian Ocean. Document présenté au ITP Expert Consultation on the stock assessment of tunas in the Indian Ocean. Colombo, Sri Lanka, Indo-Pacific Tuna Development and Management Programme, TWS/85/30 (mimeo)
- Hamon, R.V., 1965. Geostrophic currents in the South-eastern Indian Ocean. Aust.J.Mar.Freshwat.Res., 16:255-71
- Hasternrath, S., et P.J. Lamb, 1979. Climatic atlas of the Indian Ocean. Part 1. Surface climate and atmospheric circulation. Madison, Wisconsin, University of Wisconsin Press, 97 p.
- Highley, E., 1968. The International Indian Ocean Expedition: Australia's contribution. Tech.Pap.Div.Fish.Oceanogr. CSIRO Aust., (28):42 p
- Hirano, O., et S. Tagawa, 1956. On the body composition and morphological character of yellowfin tuna in mid-Indian Ocean. J.Shimonoseki Coll.Fish., 6(1):123-39
- Holland, K., R. Chang et S. Ferguson, 1985. Progress report on tuna tracking. SPC Fish.Newsl., (32):19-23
- Hunter, J.R., et C.T. Mitchell, 1967. Association of fishes with flotsam in the offshore waters of Central America. Fish.Bull.U.S.Fish.Wildl. Serv., 66(1):13-29
- IATTC/CIAT, 1975. Skipjack, sea surface temperature and the Southern oscillation, Barrilete, temperatura superficial del mar y oxilación austral. Annu.Rep. I-ATTC/Inf.Anu.CIAT, (1974):49-52, 112-6
- Inoue, M.R., et al., 1968. Studies on environments alluring skipjack and other tunas. 2. On the driftwood accompanied by skipjack and tunas. Bull.Japan.Soc.Sci.Fish., 34:283-7
- IPTP, 1985. Indian Ocean tuna fisheries data summary. IPTP Data Summ., (3):62 p.
- , 1985a. Report on the Joint Tuna Research Group Meeting of Philippines and Indonesia. Colombo, Sri Lanka, Indo-Pacific Tuna Development and Management Programme, IPTP/85/GEN/8:85 p.
- Ivanenkov, V.N., et F.A. Gubin, 1960. Water masses and hydrochemistry of the western and southern parts of the Indian Ocean. Tr.Morsk. Gidrofiz.Inst./Trans.Mar.Hydrophys.Inst., Moscow, 22:33-115

- Iwasa, K., 1981. The effectiveness of artificial fish aggregating devices (Payaos) on the high seas: a progress report. JAMARC, 21:32-9
- JAMARC, 1982. Research report for commercialisation of the new fishing ground for purse seine in 1981. (Quick report). News Dev., (29) August issue:1-10 (in Japanese)
- _____, 1984. Research report for commercialisation of the new fishing ground for purse seine in 1983 (Quick report). News Dev., (39) June issue:22-8 (in Japanese)
- Jones, S., 1959. Notes on eggs larvae and juveniles of fishes from Indian waters. 3. Katsuwonus pelamis (Linnaeus). and. 4. Neothunnus macropterus (Temminck and Schlegel). Indian J.Fish., 6:360-73
- _____, 1964. A preliminary survey of the common tuna bait fishes of Minicoy and their distribution in the Laccadive Archipelago. Symp.Ser.Mar.Biol.Assoc.India, 1(2):643-80
- Jones, S., et M. Kumaran, 1964. Eggs, larvae and juveniles of Indian Scombroid fishes. Symp.Ser.Mar.Biol.Assoc.India, 1(1):343-78
- Jones, S., et E.G. Silas, 1963. Synopsis of biological data on skipjack Katsuwonus pelamis (Linnaeus 1958) (Indina Ocean). FAO Fish.Rep., (6) vol. 2:663-94
- Joseph, L., 1984. Review of tuna fishery in Sri Lanka. Colombo, Sri Lanka, Indo-Pacific Tuna Development and Management Programme, IPTP/84/WP/10:29 p.
- _____, 1984. The tuna fishery in India, Maldives and Sri Lanka. Bay Bengal News, (15):1-3
- Katoaka, A., 1957. At the middle Indian Ocean about result of tuna longline fishing examination. J. Shimonoseki Coll.Fish., 6(2):241-8 (in Japanese with English summary)
- Kihara, Y., 1981. Fishery based on the payao method in the Philippines. Suisan Sekai, 30(12):78-84
- Kikawa, S. 1964. A study on Indomaguro (Thunnus thynnus maccoyii) in the area south of 20°S lat. from the examination of ovary weight and maturity. Rep.Nankai Reg.Fish.Res.Lab., (20):37-57
- Kikawa, S., et M.G. Ferraro, 1966. Maturation and spawning of tunas in the Indian Ocean. Proc.IPFC, 12(2):65-78
- Kimitsa, V.A., 1968. On water masses and hydrochemistry of the Mozambique Strait. Okeanol.Issled., 19:180-8
- Klinmuang, H., 1978. Preliminary studies on the biology of tunas in the west coast of Gulf of Thailand and off the east coast of Peninsular Malaysia. Tech.Rep.Pelagic Fish.Unit Mar.Fish.Div., Bangkok (5):25 p.
- Knox, R.A., 1976. On a long series of measurements of Indian Ocean equatorial currents near Addu Atoll. Deep-Sea Res., 23(3):211-21
- Kornilova, G.N., 1981. Feeding of yellowfin tuna, Thunnus albacares, and bigeye tuna, Thunnus obesus, in the equatorial zone of the Indian Ocean. J.Ichthyol., 20(6):111-9

- Koshlyakov, M.N., L.I. Galerkin, et Chyong Din Khiyen, 1970. On the mesostructure of geostrophic currents in the Ocean. Oceanology, 10(5):637-46
- Koto, T., 1969. Studies on the albacore. 14. Distribution and movement of the albacore in the Indian and Atlantic oceans based on catch statistics of Japanese tuna longline fisheries. Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., 1:115-29
- Kumaran, M., 1964. Studies on the food of Euthynnus affinis affinis (Cantor), Auxis thazard (Lacepède), Auxis thynnoides (Bleeker) and Sarda orientalis (Temminck and Schlegel). Symp.Ser.Mar.Biol.Assoc.India, 1(2):599-606
- Kume, S., 1962. A note on the artificial fertilisation of bigeye tuna, Parathunnus mebachi (Kishinouye). Rep.Nankai Fish.Res.Lab., (15):79-84
- Lafond, E.C., 1954. On upwelling and sinking off the east coast of India. Andhra Univ.Mem.Oceanogr., 1:117-21
- Landau, R., 1965. Determination of age and growth rate in Euthynnus alleteratus and Euthynnus affinis using vertebrae. Rapp.P.V.Réun.CIESM, 18(2):241-3
- Lebeau, A., 1971. Etude de la biologie du germon de l'océan Indien. Sci.Pêche, 204:10 p.
- _____, 1973. Rapport de la mission effectuée sur le VENDOME du 14/4 au 9/5/73. Rapp.ISTPM Réunion, 4 p. (mimeo)
- _____, 1974. Rapport de la mission effectuée aux Iles Seychelles (février-mars 1974). Rapp.ISTPM Réunion, 6 p. (mimeo)
- Le Bourhis, J., et B. Wauthy, 1969. Quelques aspects de la distribution de la production primaire le long du méridien 170°E entre 20°S et 5°N. Cah.ORSTOM(Océanogr.), 7(4):83-93
- Lebrun, G., 1973. Compte rendu de la mission effectuée sur le thonier canneur "Macareux" du 4 au 20 mai 1973. Rapp.ISTPM Réunion, 6 p. (mimeo)
- Lee, R.E.K.D., 1982. Thailand. Fishing for tuna. A report prepared for the Pole and Line Tuna Fishing in Southern Thailand project. Rome, FAO, FI:DP/THA/77/008, Field document 1:65 p.
- _____, 1983. Live bait pole and line for tuna in Zanzibar. A report prepared for the Technology Transfer in Zanzibar Fisheries project. Rome, FAO, FI:URT/81/T01 (UNO/URT/001/STD):15 p. (mimeo)
- Le Hir, Y., et B. Stéquert, 1981. Prospection du senneur Ile de Sein dans l'ouest de l'océan Indien. Rapp.ORSTOM Seychelles, 11 p. (mimeo)
- Levenez, J., 1982. Note préliminaire sur l'opération sénégalaise de tracking de listao. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Doc.Cient.CICAA, (1):189-94
- Losse, G.F., 1975. Exploratory fishing in the Gulf of Aden and observations on the biology of large pelagic fishes. East Afr.Mar.Fish.Res.Org., (L/7):34 p.

- Luyten, J.R., M. Fieux, et J. Gonella, 1980. Equatorial currents in the western Indian Ocean. Science, Wash., 209(4456):600-3
- Magnier, Y., et B. Piton, 1973. Les masses d'eau de l'Océan Indien à l'ouest et au nord de Madagascar au début de l'été austral (novembre-décembre). Cah.ORSTOM (Océanogr.), 11(1):97-113
- Manabe, S., D.G. Hawn et J.L. Holloway, 1974. The seasonal variation of the tropical circulation as simulated by a global model of the atmosphere. J.Atmos.Sci., 31:43-83
- Marcille, J., et W. Bour, 1981. La pêche des thons à la senne et à la canne dans l'Océan Pacifique tropical. Trav.Doc.ORSTOM, Paris, (134):259 p.
- _____, 1983. Les techniques de pêche au thon utilisées aux Philippines. Pêche Marit., 62(1259):95-8
- Marcille, J., et X. De Reviers, 1981. Secteurs favorables à la pêche au thon à la senne dans l'océan Indien. Paris, COFREPECHE, 68 p.
- Marcille, J., et B. Stéquert, 1976. Etude préliminaire de la croissance du listao (Katsuwonus pelamis) dans l'ouest de l'océan Indien. Cah.ORSTOM (Océanogr.), 14(2):139-51
- _____, 1976. Croissance des jeunes albacores Thunnus albacares et patudo, Thunnus obesus de la côte nord-ouest de Madagascar. Cah.ORSTOM (Océanogr.), 14(2):152-62
- Marcille, J., et Z. Suzuki, 1974. Distribution of Skipjack caught by Japanese tuna longline fishery in the Indian Ocean. Bull.Far.Seas Fish.Res.Lab., (10):87-107
- Marcille, J., et J.C.B. Uktolseja, 1984. Tuna fishing in Sumatra, Indonesia. Paper presented to the Ad-hoc Workshop on the stock assessment of tuna in the Indo-Pacific region. Jakarta, 20-22 August 1984. (mimeo)
- Marcille, J., et al., 1984. Tuna fishing in Indonesia. Doc.Trav.ORSTOM, Paris, (181):125 p.
- Marsac, F., 1983. Radiométrie aérienne et prospection thonière aux Seychelles. Rapp.Sci.Mission ORSTOM Seychelles, (2):84 p.
- Marsac, F., et J.P. Hallier, 1985. Environnement et Pêche thonière de surface dans l'Océan Indien occidental (1983-1984). Rapp.Sci.Mission ORSTOM Seychelles, (5):98 p.
- Marsac, F., M. Petit et J.M. Stretta, 1985. Synthèse des activités du Groupe de Radiométrie Aérienne de l'ORSTOM: compte-rendu de l'atelier de radiométrie aérienne et de prospection thonière. Nantes, France, 28 janvier au 2 février 1985, 22 p. (mimeo)
- Marsac, F., et B. Stéquert, 1983. Premiers résultats de la prospection du thonier-senneur "Yves de Kerguelen" dans l'océan Indien. Pêche Marit., 62(1265):458-65
- _____, 1984. Bilan des prospections sur les ressources thonières de surface effectuées depuis 1971 dans l'Océan Indien occidental. Pêche Marit., 63(1271):83-94
- _____, 1984. Prospection thonière française dans l'Océan Indien oriental (juin à août 1984). Victoria, Mahé, Seychelles, Mission ORSTOM, 10 p.

- Marsac, F., et al., 1983. Campagne expérimentale de pêche à la senne du thonier "Yves de Kerguelen" dans l'ouest de l'Océan Indien tropical. Rapp.Sci.Mission ORSTOM Seychelles, (3):112 p.
- Matsumoto, W.M., 1959. Descriptions of Euthynnus and Auxis larvae from the Pacific and Atlantic oceans and adjacent seas. Dana Rep., (50):34 p.
- Matsumoto, W.M., R.A. Skillman, et A.E. Dizon, 1984. Synopsis of biological data on skipjack tuna, Katsuwonus pelamis. NOAA Tech.Rep.NMFS Circ., (451):92 p. Publié aussi comme FAO Fish.Synop., (136):92p.
- Maynard, J.A., 1976. Report of aerial surveys for schooling pelagic fish. Manila South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, SCS/76/WP/28:20 p.
- Mendoza, J., 1982. L'étude des histogrammes de longueur (FISM) du listao atlantique au moyen de l'analyse factorielle des correspondances (1969-1978). Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 18(1):254-66
- Mendoza, J., C. Roy et M. Jezequel, 1982. Résultats préliminaires de l'étude des données historiques concernant l'hydrologie et la pêche thonière de surface de l'Atlantique est. Collect.Vol.Sci.Pap.ICCAT/Recl.Doc.Sci.CICTA/Colecc.Doc.Cient.CICAA, 18(1):1-49
- Merta, G.S., 1985. The status of tuna fisheries in the Indonesian part of the Indian Ocean. Document présenté à l'IPTP Expert Consultation on the Stock Assessment of Tunas in the Indian Ocean. Colombo, Sri Lanka, Indo-Pacific Tuna Development and Management Programme, TWS/85/47 (mimeo)
- Messieh, S.N., 1983. Fisheries in the UAE: present status and future outlook. FAO/UNDP FI:DB/RAB/80/015/4
- Mimura, K., et al., 1963. Synopsis of biological data on yellowfin tuna Neothunnus macropterus Temminck and Schlegel, 1842. FAO Fish.Rep., (6) vol. 2:319-49
- _____, 1963a. Synopsis on the biology of bigeye tuna Parathunnus mebachi Kishinouye 1923 (Indian Ocean). FAO Fish.Rep., (6) vol. 2:350-79
- Mordasova, N.V., 1980. Chlorophyll in the southwestern Indian Ocean in relation to hydrologic conditions. Oceanology, 20(1):75-9
- Morgan, G.R., 1985. Status of the shrimp and fish resources of the Gulf. FAO Fish.Circ., (792):49p.
- Mori, K., 1972. Geographical distribution and relative apparent abundance of some scombroid fishes based on the occurrences in the stomachs of apex predators caught on tuna longline. 1. Juvenile and young of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis). Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., (6):111-57
- Morita, Y., et T. Koto, 1971. Some consideration of the population structure of yellowfin tuna in the Indian Ocean based on longline fishery data. Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., (4):125-40
- Morrow, J.E., 1954. Data on dolphin, yellowfin tuna and little tuna from East Africa. Copeia, 1954 (1):14-6

- Munch-Petersen, S., 1978. A preliminary survey of the fisheries in the Maldives. J.Mar.Biol.Assoc.India, 20(1-2):98-115
- Murphy, G.I., 1979. Fishery situation report 1: Southern bluefin tuna. CSIRO Repr.Aust.(1053):10 p.
- Murty, C.S. et V.V.R. Varadachari, Upwelling along the east coast of India. Bull.Natl.Inst.Sci.India, (38d):80-6
- Nedelec, G., et P. Kallee, 1981. Rapport préliminaire du projet "Anupama", Port Louis, Ile Maurice, Ministère des Pêches, 50 p.
- Nockin, J., et R. Leberre, 1972. Compte rendu de la première campagne de recherche de thon tropical de surface. Rapp.CIAP Réunion, 9 p. (mimeo)
- Ommanney, F.D., 1953. The pelagic fishes. Note on tow nettings: Distribution of macroplankton, fish eggs and young fish. In Report on the Mauritius-Seychelles fisheries survey, 1948-1949. Part 2. Fish.Publ.Colon.Off.Lond., 1(3):58-104
- Ovchinnikov, I.M., 1961. Circulation of waters in the northern part of the Indian Ocean during the winter monsoon. Okeanol.Issled., 4:18-24
- Patzer, W.C., 1979. Programme ARGOS et AXBT (Comm. Pers.)
- Peacock, N. et K. Allam, 1977. Progress report: assessment of the fisheries and fish landing patterns of the Red Sea coast, Saudi Arabia. U.K. White Fish Authority under assignment by Saudi Arabian Ministry of Agriculture and Water. Field report No.12: 14 p.
- Petit, M., et F. Gohin, 1982. Radiométrie aérienne et prospection thonière. Rapport de Convention. Nouméa, Nouvelle Calédonie, ORSTOM, 68 p.
- Petit, M., et F. Marsac, 1981. Pêche et télédétection. Présentation des opérations de radiométrie aérienne et prospection thonière dans le Pacifique tropical sud. Pêche Marit., 60(1245):735-9
- Petit, M., et F. Marsac, 1981. Radiométrie aérienne et prospection thonière. Rapport de synthèse provisoire Nouvelle Calédonie. Nouméa, Nouvelle Calédonie, ORSTOM, 46 p.
- Piton, B., 1976. Particularités météorologiques et océanographiques des parages du banc des Seychelles (Océan Indien). Cah.ORSTOM(Océanogr.), 14(4):289-99
- Piton, B., et Y. Magnier, 1975. Remarques sur la circulation et les caractéristiques hydrologiques de la couche superficielle entre Madagascar et l'équateur. Cah.ORSTOM(Océanogr.), 13(2):117-32
- Piton, B., J.H. Pointeau et J.S. Ngoumbi, 1981. Atlas hydrologique du canal de Mozambique (Océan Indien). Trav.Doc.ORSTOM, Paris, (132): 41p.
- Pocklington, R., 1979. An oceanographic interpretation of seabird distributions in the Indian Ocean. Mar.Biol., 51:9-21
- Potier, M. et F. Marsac, 1984. La pêche thonière dans l'Océan Indien: campagne exploratoire d'une flottille de senneurs (1982-1983). Rapp.Sci.Mission ORSTOM Seychelles, (4):73 p.
- Premchand, K. et J.S. Sastry, 1976. Hydrological characteristics and transequatorial transport in the West Indian Ocean. Indian.J.Mar.Sci., 5:169-78

- Qasim, S.Z., 1970. Some characteristics of a Trichodesmium bloom in the Laccadives. Deep-sea Res., 17:655-60
- Quraishie, G.S., 1984. Circulation in the north Arabian Sea at Murray Ridge during S.W. monsoon. Deep-Sea Res.(A Oceanogr.Res.Pap.), 31:(6-8):651-64
- Raju, G., 1960. A case of hermaphroditism and some others gonadal abnormalities in the skipjack Katsuwonus pelamis (Linnaeus). J.Mar.Biol.Assoc.India, 2(1):95-102
- _____, 1964. Studies on the spawning of the oceanic skipjack Katsuwonus pelamis (Linnaeus) in Minicoy waters. Symp.Ser.Mar.Biol.Assoc.India, 1(2):744-68
- Ramage, C.S., 1969. Indian Ocean surface meteorology. Oceanogr.Mar.Biol., 7:11-30
- Rao, I.V.N., 1964. An account of the ripe ovaries of some Indian tunas. Symp.Ser.Mar.Biol.Assoc.India, 1(2):733-43
- Rao, I.V., et R. Jayaraman, 1966. Upwelling in the Minicoy region of the Arabian Sea. Curr.Sci., 35:378-80
- Rato, J.D.H., Moreira, 1985. Programa de pesca experimental de atun con vara e isca viva, Moçambique 1982/1985. Bol.Divulg.Inst. Invest.Pesq.Maputo, (9)d:205 p.
- Reed, W., 1964. Red Sea fisheries of Sudan. Khartoum, Government Printing Press, 117p.
- Reverdin, G., et al., 1983. Free drifting buoy measurements in the Indian Ocean equatorial jet. In hydrodynamics of the equatorial ocean. Edited by J.C.J. Nihoul. Amsterdam, Elsevier, Elsevier oceanography series, 36:89-120
- Robins, J.P., 1963. Synopsis of biological data on bluefin tuna Thunnus thynnus maccoyii (Castelnau) 1872. FAO Fish.Rep., 6(2):562-87
- _____, 1975. Tuna survey in waters off the Western Australian coast during the period August 1973 to August 1974. Rep.Dep.Fish. Wildl.West.Aust., (18)
- Rochford, D.J., 1967. The phosphate levels of the major surface currents of the Indian Ocean. Aust.J.Mar.Freshwat.Res., 18(1):1-22
- Saetre, R., et A.J. Da Silva, 1984. The circulation of the Mozambique Channel. Deep-Sea Res.(An Oceanogr.Res.Pap.), 31(5):485-508
- Sanders, M.J. et S.M. Kedidi, 1981. Summary review of Red Sea commercial fisheries. Catches and stock assessments including maps of actual and potential fishing grounds. Cairo, Egypt, FAO/UNDP Project for the Development of Fisheries in areas of the Red Sea and Gulf of Aden, RAB/77/008/19:49p.
- Schott, G., 1935. Geographic des Indischen und Stillen Ozeans. Hamburg Verlag von G. Boysen, 413 p.
- Shabotiniets, E.I., 1968. Age determination of Indian Ocean tunas. Transl. from the Russian by W.L. Klawe. La Jolla, California, I-ATTC, 5p.

- Sharp, G.D., 1979. Areas of potentially successful exploitation of tunas in the Indian Ocean with emphasis on surface methods. Rome, FAO, IOFC/DEV/79/47: 55 p.
- Shingu, C., 1970. Studies relevant to distribution and migration of the southern bluefin tuna. Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., (3):57-113
- Shukla, J., 1975. Effect of Arabian sea surface temperature anomaly on Indian summer monsoon: a numerical experiment with the GFDL model. J.Atmos.Sci., 32:503-11
- Shung, S.H., 1973. The sexual activity of yellowfin tuna caught by the long line fishery in the Indian Ocean based on the examination of ovaries. Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., (9):123-42
- Silas, E.G., et P.P. Pillai, 1982. Resources of tunas and related species and their fisheries in the Indian Ocean. Bull.Cent.Mar.Fish.Res. Inst., Cochin, 32:173 p.
- _____, 1984. Recent developments in national tuna fishery; an update for India. Document présenté au Ad-hoc Workshop on the stock assessment of tuna in the Indo-Pacific region. Jakarta, 20-22 août 1984. TWS/2D (mimeo)
- Silas, E.G., et al., 1979. Tuna fisheries in India: recent trends. Mar.Fish.Inf.Serv.Tech.Ext.Ser., (13):1-10
- Silas, E.G., et al., 1984. Focus on small scale fisheries: drift gillnet fishery off Cochin, 1981 to 1982. Mar.Fish.Inf.Serv.Tech.Ext. Ser., (55):12 p.
- Simoes, F., 1984. Research on tuna resources in Mozambique 1975-1984. Document présenté au Ad-hoc Workshop on the stock assessment of tuna in the Indo-Pacific region. Jakarta, 20-22 août 1984. Doc.No.TWS/2N (mimeo)
- Simpson, A.C., et S. Chikuni, 1978. Test purse seine fishing for small tunas and other small pelagic fish off the coasts of Thailand, Peninsular Malaysia, Sabah and Sarawak (1975-1977). Manila, South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, SCS/DEV/78/18: 28 p.
- Sivasubramanian, K., 1965. Exploitation of tunas in Ceylon's coastal waters. Bull.Fish.Res.Stn.Ceylon, 18(2):59-73
- _____, 1970. Biology of the exploited stock of Mackerel tuna (E. affinis Cantor) off the southwest region of Ceylon. Bull.Fish.Res.Stn.Ceylon, 21(1):7-16
- _____, 1970. Surface and subsurface fisheries for young and immature yellowfin tuna (T. albacares) around Ceylon. Bull.Fish.Res. Stn.Ceylon, 21(2):113-22
- _____, 1971. An aerial survey for surface tuna resources in the seas around Ceylon. Bull.Fish.Res.Stn.Ceylon, 22(1-2):17-21

- Sivasubramanian, K., 1972. Skipjack tuna (K. pelamis L.) resources in the seas around Ceylon. Bull.Fish.Res.Stn.Ceylon, 23(1-2):19-28
- _____, 1975. An analysis of the experimental pole and line fishery conducted around Sri Lanka by NICHIRO Fishing Company of Japan. Bull.Fish.Res.Stn.Ceylon, 26(1-2):61-82
- _____, 1981. Large pelagics in the gulf and Gulf of Oman. Pelagic resources of the Gulf and the Gulf of Oman. Rome, FAO/UNDP FI:DP/RAB/71/278/11:122-44
- Skillman, R.A., 1980. Regional: tuna statistics Indo-Pacific and Indian Ocean. Manila, South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, SCS/80/WP/90:45 p.
- Smith, S.L., et J.S. Bottero, 1972. On upwelling in the Arabian Sea. In A voyage of Discovery. George Deacon 70th anniversary volume, edited by M. Angel. London, Pergamon Press, pp:291-304
- Smith, S.L., et L.A. Codispoti, 1980. Southwest monsoon of 1979: chemical and biological response of Somali coastal waters. Science, Wash., 209:597-600
- Solovieff, B.S., 1970. Distribution and biology of bigeye tuna in the Indian Ocean. Rybn.Khoz, 1970 (3)
- Sournia, A., 1972. Productivité primaire dans le Canal de Mozambique. J.Mar.Biol.Assoc.India, 14(1):139-47
- Steinberg, R., et al., 1982. Final report of the joint fisheries project Seychelles-Germany. Hamburg, Federal Research Center for Fisheries, 112 p.
- Stéquert, B., 1976. Etude de la maturité sexuelle, de la ponte et de la fécondité du Listao (Katsuwonus pelamis) de la côte nord-ouest de Madagascar. Cah.ORSTOM(Océanogr.), (3):227-47
- Stéquert, B., J. Marcille, et B. Piton, 1975. La pêche thonière à Madagascar, de mai 1973 à février 1975. Doc.Sci.Mission ORSTOM Nosy-Bé, (52):66 p.
- _____, 1976. La pêche thonière à l'appât vivant à Madagascar. Pêche Marit., (1174):24-8
- Stéquert, B., et F. Marsac, 1983. Pêche thonière à la senne: expérience dans l'océan Indien. Collect.Init.Doc.Tech.ORSTOM Paris, (59):30p.
- Stoddart, D.R., 1971. Rain fall on Indian Ocean coral islands. Atoll Res.Bull., (147):21 p.
- Stretta, J.M., 1977. Température de surface et pêche thonière dans la zone frontale du Cap Lopez (Atlantique tropical oriental) en juin et juillet 1972, 1974 et 1975. Cah.ORSTOM(Océanogr.), 15(2):163-80
- Stretta, J.M., et M. Slepoukha, 1983. Les satellites, l'ordinateur et l'aide à la pêche. Pêche Marit., (1258):38-41
- Suda, A., 1960. Fishing ground investigation. In Report of tuna fishing investigation in the Caribbean Sea, north-west Atlantic and the water south of Australia, Tokyo, Fisheries Agency, pp. 5-63
- _____, 1971. Tuna fisheries and their resources in the IPFC area. Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., (8):58 p.

- Swallow, J.C., 1969. Recent physical oceanographic work in the Indian Ocean. Collect.Repr.Nat.Inst.Oceanogr. U.K., 17 (715)
- Swallow, J.C., et J.G. Bruce, 1966. Current measurements off the Somali coast during the southwest monsoon of 1964. Deep-Sea Res., 13(5):861-88
- Swallow, J.C., et M. Fieux, 1982. Historical evidence for two gyres in the Somali current. J.Mar.Res., 40. Suppl.:747-55
- Taft, B.A., et J.A. Knauss, 1967. The equatorial under-current of the Indian Ocean as observed by the Lusiad Expedition. Bull.Scripps Inst.Oceanogr., D(9):163 p.
- Talbot, F.H., et M.J. Penrith, 1960. Thunnus (Neothunnus) albacores Bonaterre, the yellowfin tunny and Thunnus (Parathunnus) obesus Lowe, the bigeye tunny, on the south and east coasts of Africa. Document présenté au CCTA/CSA, Colloque sur les Thonidés. Dakar, 12-17 décembre 1960, Tunny (60)11:12 p. (mimeo)
- Tankevich, P.B., 1982. Age and growth of the bigeyed tuna, Thunnus obesus (Scombridae) in the Indian Ocean. J.Ichthyol., 22(4):26-31
- Thomas, P.T., 1964. Food of Katsuwonus pelamis (Linnaeus) and Neothunnus macropterus (Temminck and Shlegel) from Minicoy waters during the season 1960-61. Symp.Ser.Mar.Biol.Assoc.India, 1(2):626-30
- Thomas, P.T., et G. Raju, 1964. Gonadal abnormalities in scombroid fishes. Symp.Ser.Mar.Biol.Assoc.India, 1(2):719-24
- Tranter, D.J., 1962. Zooplankton abundance in Australasian waters. Aust. J.Mar.Freshwat.Res., 13(2):106-42
- Tsukagoe, T., 1981. Fishing skipjack tuna schools associated with shoals and drifting objects. Suisan Sekai, 30(2):78-81
- Tsuruta, S., et S. Tsunoda, 1960. Morphometrical characters and fishing conditions of yellowfin tuna Neothunnus macropterus in the Indian Ocean. J.Shimonoseki Coll.Fish., 10:1-34
- Uda, M., 1974. Fishery oceanography of the Western Pacific, application of oceanographic information in the abundance of commercially important pelagic stocks. Proc.IPFC, 15(3):56-65
- Ueyanagi, S., 1969. Observation on the distribution of tuna larvae in the Indo-Pacific Ocean with emphasis on the delineation of the spawning areas of albacore, Thunnus alalunga. Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., (2):177-256
- Ueyanagi, S., et M. Yakinawa, 1953. Kuroshio-MarU cruise report 1953. Kochi, Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, 18 p. (in Japanese)
- Uktolseja, J.C.B., et G.S. Merta, 1984. Recent development of Indonesian tuna fisheries. Document présenté au Ad-hoc Workshop on the stock assessment of tuna in the Indo-Pacific region. Jakarta, 20-22 août 1984. Doc.No TWS/2A:4 p.
- U.S. Office of the Chief of Naval Operations, 1957. United States marine climatic atlas of the world. Volume 3. Indian Ocean. Washington, D.C., Office of the Chief of Naval Operations, 7 p. 267 cartes

- Varadachari, V.V.R., 1956. Thermal structure of upwelling in spring off the coast at Waltair. In Proceedings of the Oceanography seminar and Symposium at Andhra University. Central Board of Geophysical Publications.
- Varadachari, V.V.R., C.S., et C.V.G. Reddy, 1968. Salinity maxima associated with some sub-surface water masses in the upper layers of the Bay on Bengal. Bull.Natl.Inst.Sci.India, 38(1):338-43
- Walczak, P. et J. Gudmundsson, 1975. Yemen Arab Republic. Summary of fish stock assessment Work. Rome, FAO, FI:DP YEM/74/003/1: 14 p.
- Washington, W.M., 1976. Numerical simulation of the Asian-African winter monsoon. Mon.Weather Rev., 104:1023-8
- _____, 1977. A review of general circulation model experiments on the Indian monsoon. In Monsoon dynamics, Lighthill, edited by M.J. and P.R. Pearce. Joint IUTAM/IUGGG International Symposium on monsoon dynamics, Delhi (India)
- Watanabe, Y., 1985. Review of experimental purse seine operations in the Indian Ocean by Japan Marine Fishery Resource Research Center. Document présenté au ITP Expert Consultation on the stock assessment of tunas in the Indian Ocean, Colombo, Sri Lanka, 28 November-2 December 1985, Doc.No. TWS/85/24 (mimeo)
- White, A.W., et H.A. Barwani, 1971. Common sea fishes of the Arabian Gulf and Gulf of Oman. Dubai, Trucial States Council, Vol.1:166 p.
- White, T.F., et G.S. Merta, 1983. The Balinese tuna fishery. Colombo, Sri Lanka, Indo-Pacific Tuna Development and Management Programme, ITP/83/WP/8:15 p.
- White, T.F., et J.C.B. Uktolseja, 1983. The West Java tuna fishery. Colombo, Sri Lanka, Indo-Pacific Tuna Development and Management Programme, ITP/83/WP/9:16 p.
- White, T.F., et M. Yesaki, 1982. The status of tuna fisheries in Indonesia and the Philippines. Colombo, Sri Lanka, Indo-Pacific Tuna Development and Management Programme, ITP/82/WP/3:64 p.
- Williams, F., 1956. Preliminary survey of the pelagic fishes of East Africa. Fish.Publ.Colon.Off.,Lond., (8):68 p.
- _____, 1963. Synopsis of biological data on little tuna Euthynnus affinis (Cantor 1850) (Indian Ocean). FAO Fish.Rep., (6)vol.2:167-79
- _____, 1970. Sea surface temperature and the distribution and apparent abundance of skipjack (Katsuwonus pelamis) in the Eastern Pacific Ocean 1951-1960. Bull.I-ATTC, 15(2):229-81
- Williams, K., 1984. Australian skipjack surveys inconclusive. Aust.Fish., 43(2):34-5, 38
- Wyrtki, K., 1971. Oceanographic atlas of the International Indian Ocean Expedition. Washington, D.C., National Science Foundation, 531 p.
- _____, 1973. An equatorial jet in the Indian Ocean. Science,Wash., 181:262-4

- Yabe, H., et al., 1958. Young tuna found in the stomach contents. Rep.Nankai Reg.Fish.Res.Lab., (8):31-48
- Yabe, H., et S. Ueyanagi, 1962. Contributions to the study of the early life history of the tunas. Occas.Rep.Nankai Reg.Fish.Res.Lab., (1):57-72
- Yabuta, Y., M. Yukinawa, et Y. Warashina, 1960. Growth and age of yellowfin tuna. 2. Age determination (scale method). Rep.Nankai Reg.Fish. Res.Lab., (12):63-74
- Yamamaka, I., et H. Yamanaka, 1972. On the variation of the current pattern in the equatorial western Pacific Ocean and its relationship to the yellowfin tuna stock. In Kurushio II. Proceedings of the Second Symposium on the results of the cooperative study of the Kurushio and adjacent regions. Tokyo, Japan, 28 September- 1 October, 1970. Tokyo, Saikon Publishing Co.Ltd., pp.527-33
- Yashi, M., et M. Inoui, 1977. Oceanographic factors related to skipjack fishing conditions in the Kinan and Izu regions. Bull.Jap.Soc. Sci.Fish., 43(9):1059-67
- Yesaki, M., 1982. Thailand. Biological and environmental observations. A report prepared for the Pole and Line Tuna Fishing in Southern Thailand project. Rome, FAO, FI:DP/THA/77/008, Field document, 3: 46 p.
- Yesaki, M., et A.M.A. Al Harthy, 1981. Fish landings by houri fishermen at Muttrah fish souk. In Fish market surveys in Kuwait, Oman and the United Arab Emirates. Rome, FAO, FI:DP/RAB/71/278/17:9-19
- Yoshida, H.O, 1979. Synopsis on biological data on tunas of the genus Euthynnus. FAO Fish.Synops., (122):57 p. Issued also as NOAA Tech.Rep.NMFS Circ., (429):57 p.
- Yukinawa, M., 1970. Age and growth of southern bluefin tuna, Thunnus maccoyii, by use of scale. Bull.Far Seas Fish.Res.Lab., (3):229-58
- Yukinawa, M., et H. Watanabe, 1956. Keiten-Maruk cruise report 1956. Kochi, Regional Fisheries Research Laboratory, 15 p. (in Japanese)
- Anon, 1983. Research report for commercialising the new purse seine fishing ground in 1982 (west part of south Pacific and central part of Indian Ocean). Publ.Mar.Fish.Res.Dev.Cent.Japan, (13) (in Japanese)
- _____, 1984. Japanese tuna research effort shifting to Indian Ocean. Aust.Fish., 43(10):42-4
- _____, 1984. Tuna resources and fisheries in Thailand. Document présenté au Ad-hoc Workshop on the stock assessment of tuna in the Indo- Pacific region. Jakarta 20-22 août 1984. Doc.No. TWS/24 (mimeo)

